

# Modulhandbuch

*M.Sc. Umweltingenieurwesen*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt  
Technische Universität München

[www.tum.de/](http://www.tum.de/)  
[www.bgu.tum.de](http://www.bgu.tum.de)

## Allgemeine Informationen und Lesehinweise zum Modulhandbuch

### **Zu diesem Modulhandbuch:**

Ein zentraler Baustein des Bologna-Prozesses ist die Modularisierung der Studiengänge, das heißt die Umstellung des vormaligen Lehrveranstaltungssystems auf ein Modulsystem, in dem die Lehrveranstaltungen zu thematisch zusammenhängenden Veranstaltungsblöcken - also Modulen - gebündelt sind. Dieses Modulhandbuch enthält die Beschreibungen aller Module, die im Studiengang angeboten werden. Das Modulhandbuch dient der Transparenz und versorgt Studierende, Studieninteressierte und andere interne und externe Adressaten mit Informationen über die Inhalte der einzelnen Module, ihre Qualifikationsziele sowie qualitative und quantitative Anforderungen.

### **Wichtige Lesehinweise:**

#### **Aktualität**

Jedes Semester wird der aktuelle Stand des Modulhandbuchs veröffentlicht. Das Generierungsdatum (siehe Fußzeile) gibt Auskunft, an welchem Tag das vorliegende Modulhandbuch aus TUMonline generiert wurde.

#### **Rechtsverbindlichkeit**

Modulbeschreibungen dienen der Erhöhung der Transparenz und der besseren Orientierung über das Studienangebot, sind aber nicht rechtsverbindlich. Einzelne Abweichungen zur Umsetzung der Module im realen Lehrbetrieb sind möglich. Eine rechtsverbindliche Auskunft über alle studien- und prüfungsrelevanten Fragen sind den Fachprüfungs- und Studienordnungen (FPSOen) der Studiengänge sowie der allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung der TUM (APSO) zu entnehmen.

#### **Wahlmodule**

Wenn im Rahmen des Studiengangs Wahlmodule aus einem offenen Katalog gewählt werden können, sind diese Wahlmodule in der Regel nicht oder nicht vollständig im Modulhandbuch gelistet.

## Verzeichnis Modulbeschreibungen (SPO-Baum)

Alphabetisches Verzeichnis befindet sich auf Seite 1171

|                                                                                                                                       |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>[20161] Master Umweltingenieurwesen   Master Environmental Engineering</b>                                                         |         |
| <b>Modulkatalog   Module List</b>                                                                                                     | 25      |
| <b>Vertiefung 1: Urban Water Engineering   Field of Study 1: Urban Water Engineering</b>                                              | 25      |
| <b>Pflichtmodule   Required Modules</b>                                                                                               | 25      |
| <b>[BGU38014] Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung   Water and Wastewater Treatment Engineering</b>            | 25 - 27 |
| <b>[BGU38024] Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik   Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes</b>                | 28 - 30 |
| <b>Wahlmodule   Elective Modules</b>                                                                                                  | 31      |
| <b>[BGU38011] Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement   Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management</b> | 31 - 33 |
| <b>[BGU38021] Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung   Industrial Wastewater Treatment and Reuse</b>                         | 34 - 35 |
| <b>[BGU38022T2] Praktische Aspekte Natürlicher Aufbereitungsverfahren   Practical Aspects of Engineered Natural Treatment Systems</b> | 36 - 38 |
| <b>[BGU38023] Natürliche Aufbereitungsverfahren   Engineered Natural Treatment Systems</b>                                            | 39 - 40 |
| <b>[BGU38025] Planung und Betrieb von Kläranlagen   Design and Operation of Wastewater Treatment Plants</b>                           | 41 - 42 |
| <b>[BGU38027] Exkursionen Siedlungswasserwirtschaft   Field Trips Urban Water Systems Engineering</b>                                 | 43 - 44 |
| <b>[BGU38028] Prozesssimulation und Design von Kläranlagen   Water Resource Recovery Process Simulation and Design</b>                | 45 - 47 |
| <b>[BGU38029] Angewandtes Labor zur Weitergehenden Wasserbehandlung   Unit Operations Laboratory on Advanced Water Treatment</b>      | 48 - 49 |
| <b>[BV180004] Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen   Modelling of Water Quality in Aquatic Systems</b>                 | 50 - 51 |
| <b>[BV180006] Hydrochemie   Hydrochemistry</b>                                                                                        | 52 - 53 |
| <b>[BV180051] Hydrochemie Praktikum   Hydrochemistry Lab</b>                                                                          | 54 - 55 |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen   Microbiology of Groundwater Ecosystems</b>                                   | 56 - 59 |
| <b>[CH3121] Analytische und Organische Umweltchemie   Analytical and Organic Environmental Chemistry</b>                              | 60 - 61 |
| <b>[MW1969] Desalination   Desalination</b>                                                                                           | 62 - 63 |
| <b>Vertiefung 2: Water Resources Management   Field of Study 2: Water Resources Management</b>                                        | 64      |
| <b>Pflichtmodule   Required Modules</b>                                                                                               | 64      |

|                                                                                                                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU54009] Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement</b>   Flood Risk and Flood Management [HWRM]                                                                                                                                        | 64 - 67   |
| <b>[BGU54011] Integriertes Wasserressourcen Management</b>   Integrated Water Resources Management [IWRM]                                                                                                                                   | 68 - 70   |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                                                                                        | 71        |
| <b>[BGU38011] Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement</b>   Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management                                                                                                       | 71 - 73   |
| <b>[BGU46036] Wasserwirtschaft und Wasserkraft</b>   Water Resources and Hydropower [WRHP]                                                                                                                                                  | 74 - 77   |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung</b>   Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                                                   | 78 - 80   |
| <b>[BGU54015] Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene (Exkursion in das Etsch Einzugsgebiet)</b>   Water Management at the Catchment Scale (Field trip to the Adige River Basin) [WMCS]                                                    | 81 - 83   |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                                                                                                                                   | 84 - 86   |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]                                                                        | 87 - 88   |
| <b>[BGU54021] Fernerkundung in der Hydrologie</b>   Remote Sensing in Hydrology [FEH]                                                                                                                                                       | 89 - 91   |
| <b>[BGU54024] Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie</b>   Uncertainty Quantification in Hydrology [UQH]                                                                                                                                  | 92 - 94   |
| <b>[BGU54026] Modellierung städtischer Überschwemmungen</b>   Urban Flood Modelling [UFM]                                                                                                                                                   | 95 - 97   |
| <b>[BGU54027] Mathematische Methoden zur Unsicherheitsquantifizierung in der Hydrologie</b>   Mathematical Methods for Uncertainty Quantification in Hydrology [Mathematische Methoden zur Unsicherheitsquantifizierung in der Hydrologie ] | 98 - 100  |
| <b>[BGU57014] Hydrogeodäsie: Monitoring von Oberflächengewässern aus dem Weltraum</b>   Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space                                                                                                  | 101 - 103 |
| <b>[BV040005] Naturnahe Bauweisen</b>   Nature-oriented Care                                                                                                                                                                                | 104 - 105 |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                                                                                                                                           | 106 - 108 |
| <b>[BV460012] Fließgewässer als Lebensraum</b>   Rivers as an Ecosystem [KS_4]                                                                                                                                                              | 109 - 111 |
| <b>Vertiefung 3: Hydraulic Engineering</b>   Field of Study 3: Hydraulic Engineering                                                                                                                                                        | 112       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                                                                                     | 112       |

|                                                                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU46035] Wasserbauhydraulik und Hydromorphologie</b>   Hydraulic Engineering and Hydromorphology [HEHM]                                                                 | 112 - 114 |
| <b>[BGU46036] Wasserwirtschaft und Wasserkraft</b>   Water Resources and Hydropower [WRHP]                                                                                   | 115 - 118 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                         | 119       |
| <b>[BGU46021] Wasserkraft und Energiespeicherung - Projektarbeit</b>   Hydro Power and Energy Storage - Project Work [Hydro Project]                                         | 119 - 121 |
| <b>[BGU46026] Alpine Naturgefahren</b>   Alpine Hazards [Ri+Kr]                                                                                                              | 122 - 124 |
| <b>[BGU46027] Abrupte Strömungsänderungen im Wasserbau</b>   Rapidly varying Flows in Hydraulic Engineering                                                                  | 125 - 127 |
| <b>[BGU46032] Laborübung Wasserbauhydraulik</b>   Hydraulics in Water Engineering Laboratory [Labor WB-Hydraulik]                                                            | 128 - 129 |
| <b>[BGU46033] Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach</b>   Laboratory and Field Exercises at the Oberrach Lab [VAO_2016]                 | 130 - 131 |
| <b>[BGU46034] Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen</b>   Hydraulic Machinery and Plants Laboratory [HMA]                                                            | 132 - 133 |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                                                                      | 134 - 136 |
| <b>[BGU46041] Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung</b>   Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA_SEM]                                        | 137 - 139 |
| <b>[BGU46047] Flussgebietsmanagement - technische sowie ökologische Rahmenbedingungen und Fallbeispiele</b>   River Management - Technical, Ecological and Practical Aspects | 140 - 143 |
| <b>[BV170051] Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen</b>   Energy Economics and Hydro Power [GODDE]                                                                        | 144 - 145 |
| <b>[BV460012] Fließgewässer als Lebensraum</b>   Rivers as an Ecosystem [KS_4]                                                                                               | 146 - 148 |
| <b>[BV460014] Hydrodynamische Modellierung für Umweltingenieure</b>   Environmental Hydrodynamic Modelling [BUI_4]                                                           | 149 - 150 |
| <b>[BV460019] Verkehrswasserbau und Wasserstraßen</b>   Inland Navigation Management and Constructions [HE]                                                                  | 151 - 153 |
| <b>Vertiefung 4: Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy</b>   Field of Study 4: Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy                                     | 154       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                      | 154       |
| <b>[BGU66022] Grundwasserhydraulik</b>   Groundwater Hydraulics                                                                                                              | 154 - 156 |
| <b>[BGU66023D2] Die gesättigte und ungesättigte Zone: Prozessverständnis und Modellierung</b>   The Saturated and the Unsaturated Zone: Process Understanding and Modelling  | 157 - 159 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                         | 160       |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                                                                    | 160 - 162 |

|                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]                                                                                    | 163 - 164 |
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers                                                                                                          | 165 - 166 |
| <b>[BGU66025] Hydrogeologie in der Praxis für Umweltingenieure</b>   Applied Hydrogeology for Environmental Engineers                                                                                                                                   | 167 - 169 |
| <b>[BGU66026] Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers                                                                          | 170 - 172 |
| <b>[BGU66029] Transport von Schadstoffen im Grundwasser für Umweltingenieure</b>   Transport of Contaminants in Groundwater for Environmental Engineers                                                                                                 | 173 - 175 |
| <b>[BGU66030] Hydrogeologische und Isotopenchemische Methoden zur Charakterisierung von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Hydrogeological and Isotopic Methods for the Characterization of Groundwater Systems for Environmental Engineers | 176 - 179 |
| <b>[BGU66039] Hydrochemie, Korrosion und Scalings in der Geothermie</b>   Hydrochemistry, Corrosion, and Scalings in Geothermal Systems<br>[Hydrochemie, Korrosion Scalings]                                                                            | 180 - 182 |
| <b>[BV150050] Umweltgeologie / Geochemie</b>   Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]                                                                                                                                                        | 183 - 184 |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of Groundwater Ecosystems                                                                                                                                                     | 185 - 188 |
| <b>[BV490057] Technische Hydrogeologie</b>   Technical Hydrogeology [W-11]                                                                                                                                                                              | 189 - 191 |
| <b>Vertiefung 5: Modelling and Measurement of Flow and Transport</b>   Field of Study 5: Modelling and Measurement of Flow and Transport                                                                                                                | 192       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                                                                                                 | 192       |
| <b>[BGU41020] Fluidmechanik und Transportmechanismen</b>   Fluid Mechanics and Transport Mechanisms                                                                                                                                                     | 192 - 194 |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung</b>   Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                                                               | 195 - 197 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                                                                                                    | 198       |
| <b>[BGU41019] Modellierung und Simulation turbulenter Strömungen</b>   Modeling and Simulation of Turbulent Flows                                                                                                                                       | 198 - 200 |
| <b>[BGU46030] Ökologische Modellierung für Oberflächengewässer</b>   Ecological Modeling of Surface Waters [Ecolog]                                                                                                                                     | 201 - 203 |
| <b>[BGU46033] Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach</b>   Laboratory and Field Exercises at the Oberrach Lab [VAO_2016]                                                                                            | 204 - 205 |

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU54013T2] Seminar Niederschlags-Abfluss Modellierung  </b>                                      | 206 - 208 |
| Seminar in Rainfall-Runoff Modelling [SRRM]                                                           |           |
| <b>[BGU54016] Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner Einzugsgebiete  </b>               | 209 - 211 |
| Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments [MPAC]                                     |           |
| <b>[BGU57014] Hydrogeodäsie: Monitoring von Oberflächengewässern aus dem Weltraum  </b>               | 212 - 214 |
| Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space                                                    |           |
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure  </b>                   | 215 - 216 |
| Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers                                            |           |
| <b>[BV040053] Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD)  </b>                                    | 217 - 219 |
| Computational Fluid Dynamics [CFD]                                                                    |           |
| <b>[BV410004] Fluidmechanik Praktikum  </b>                                                           | 220 - 222 |
| Fluid Mechanics Lab                                                                                   |           |
| <b>[BV410005] Hydraulik Praktikum  </b>                                                               | 223 - 225 |
| Hydraulics Lab                                                                                        |           |
| <b>[BV410009] Numerische Gerinnehydraulik  </b>                                                       | 226 - 227 |
| Numerical River Hydraulics [NRH]                                                                      |           |
| <b>Vertiefung 6: Resource Efficiency in Urban Planning  </b>                                          | 228       |
| Field of Study 6: Resource Efficiency in Urban Planning                                               |           |
| <b>Pflichtmodule  </b>                                                                                | 228       |
| Required Modules                                                                                      |           |
| <b>[BGU36010] Energie-Gebäude-Stadt  </b>                                                             | 228 - 230 |
| Energy-Building-City                                                                                  |           |
| <b>[BGU62041] Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - für Umweltingenieurwesen  </b> | 231 - 233 |
| Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning - for Environmental Engineering                |           |
| <b>Wahlmodule  </b>                                                                                   | 234       |
| Elective Modules                                                                                      |           |
| <b>[BGU62043] Aspects of Sustainable Urbanism  </b>                                                   | 234 - 235 |
| Aspects of Sustainable Urbanism                                                                       |           |
| <b>[BGU62059] Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen  </b>                         | 236 - 238 |
| Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA]                                   |           |
| <b>[BV360009] Ökobilanzierung  </b>                                                                   | 239 - 241 |
| Life-cycle Assessment                                                                                 |           |
| <b>[BV620003] Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur  </b>                            | 242 - 244 |
| Interaction between Sustainability and Building Culture [WNB]                                         |           |
| <b>[BV620006] Sonderthemen des nachhaltigen Bauens  </b>                                              | 245 - 246 |
| Special Topics in Sustainable Design                                                                  |           |
| <b>[EI0699] Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur  </b>                            | 247 - 249 |
| Urban Energy Systems and modern infrastructure for cities [STAMSI]                                    |           |
| <b>[WZ6407] Ökologische Stadtentwicklung  </b>                                                        | 250 - 252 |
| Urban Ecology                                                                                         |           |
| <b>Vertiefung 7: Environmental Geotechnics  </b>                                                      | 253       |
| Field of Study 7: Environmental Geotechnics                                                           |           |
| <b>Pflichtmodule  </b>                                                                                | 253       |
| Required Modules                                                                                      |           |

|                                                                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU50007] Grundwassermanagement und nachhaltige Materialverwendung in der Geotechnik</b>   Ground Water Handling and Sustainable Use of Geomaterials in Civil Construction | 253 - 255 |
| <b>[BGU50008] Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen</b>   Geotechnical Issues in Environmental Engineering                                                     | 256 - 258 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                           | 259       |
| <b>[BGU50009] Bodendynamik und geotechnisches Erdbebeningenieurwesen</b>   Soil Dynamics and Geotechnical Earthquake Engineering                                               | 259 - 261 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                                                                      | 262 - 264 |
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers                                 | 265 - 266 |
| <b>[BGU67001] Hangbewegungen</b>   Landslides [P-04]                                                                                                                           | 267 - 269 |
| <b>[BV120003] Erd- und Dammbau</b>   Earthworks and Embankments [EuD]                                                                                                          | 270 - 272 |
| <b>[BV120008] Bodenmechanisches Praktikum</b>   Soil Mechanics Lab [BMP]                                                                                                       | 273 - 274 |
| <b>[BV150050] Umweltgeologie / Geochemie</b>   Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]                                                                               | 275 - 276 |
| <b>[BV500003] Mechanik ungesättigter Böden</b>   Unsaturated soil mechanics [UNSATSOIL]                                                                                        | 277 - 278 |
| <b>[BV500005] Bauen mit Geokunststoffen für Umweltingenieure</b>   Building with Geosynthetics for Environmental Engineers [BmGk UI]                                           | 279 - 281 |
| <b>[WZ1647] Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen</b>   Remediation of Contaminated Sites - Lecture and Exercises                                                         | 282 - 284 |
| <b>[WZ1648] Altlastensanierung - Vorlesung und Seminar</b>   Remediation of Contaminated Sites - Lecture and Seminar                                                           | 285 - 286 |
| <b>Vertiefung 8: Environmental Hazards and Risk</b>   Field of Study 8: Environmental Hazards and Risk                                                                         | 287       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                        | 287       |
| <b>[BGU46026] Alpine Naturgefahren</b>   Alpine Hazards [Ri+Kr]                                                                                                                | 287 - 289 |
| <b>[BV600001] Risikoanalyse</b>   Risk Analysis [RA1]                                                                                                                          | 290 - 292 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                           | 293       |
| <b>[BGU54009] Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement</b>   Flood Risk and Flood Management [HWRM]                                                                           | 293 - 296 |
| <b>[BGU54016] Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner Einzugsgebiete</b>   Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments [MPAC]                      | 297 - 299 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                                                                      | 300 - 302 |



|                                                                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU54026] Modellierung städtischer Überschwemmungen</b>   Urban Flood Modelling [UFM]                                                                                               | 303 - 305 |
| <b>[BGU60013] Risikobewertung</b>   Risk Assessment [RA2]                                                                                                                               | 306 - 308 |
| <b>[BGU60015] Zuverlässigkeit von Systemen</b>   Reliability for Engineering Systems                                                                                                    | 309 - 310 |
| <b>[BGU60017] Probabilistische Lebenszyklusanalyse und Unterhaltsmanagement von Infrastrukturbauten</b>   Probabilistic Life Cycle Analysis and Integrity Management of Infrastructures | 311 - 313 |
| <b>[BGU60018] Abschätzung von seltenen Ereignissen und Versagenswahrscheinlichkeiten</b>   Estimation of Rare Events and Failure Probabilities                                          | 314 - 316 |
| <b>[BGU67001] Hangbewegungen</b>   Landslides [P-04]                                                                                                                                    | 317 - 319 |
| <b>[BV040053] Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD)</b>   Computational Fluid Dynamics [CFD]                                                                                   | 320 - 322 |
| <b>[BV170004] Flussbau und Hydromorphologie</b>   River Engineering and Hydromorphology [BUI River]                                                                                     | 323 - 324 |
| <b>[BV180004] Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen</b>   Modelling of Water Quality in Aquatic Systems                                                                   | 325 - 326 |
| <b>[BV460014] Hydrodynamische Modellierung für Umweltingenieure</b>   Environmental Hydrodynamic Modelling [BUI_4]                                                                      | 327 - 328 |
| <b>[BV490053] Numerische Methoden 1 - Grundlagen</b>   Numeric Analysis 1 - Fundamentals [W-06]                                                                                         | 329 - 332 |
| <b>[BV490054] Numerische Methoden 2 - Codes</b>   Numeric Analysis 2 - Numerical Modeling [W-07]                                                                                        | 333 - 335 |
| <b>Vertiefung 9: Sustainable Urban Mobility Planning</b>   Field of Study 9: Sustainable Urban Mobility Planning                                                                        | 336       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                                 | 336       |
| <b>[BV520007] Siedlungsstruktur und Verkehr - Wechselwirkungen und Strategien</b>   Land Use and Transport - Interactions and Strategies                                                | 336 - 338 |
| <b>[BV580008] Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr</b>   Modelling of Environmental Effects in Transportation [MoDEET]                                                            | 339 - 341 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                                    | 342       |
| <b>[BGU52016] Evaluation von Verkehrsprojekten und -programmen</b>   Evaluation of Transport Projects and Policies                                                                      | 342 - 343 |
| <b>[BGU52020] Erreichbarkeitsplanung</b>   Accessibility Planning [BGU52020]                                                                                                            | 344 - 346 |
| <b>[BGU68001] Räumliche Modellierung: Hilfsmittel zur Evaluierung von Planungsstrategien</b>   Spatial Modelling: Tools to Evaluate Planning Strategies [Räumliche Modellierung]        | 347 - 348 |
| <b>[BGU68008] Angewandte Verkehrsmodelle</b>   Applied Transport Models [Angewandte Verkehrsmodellierung]                                                                               | 349 - 350 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU68011] Konzepte und Operationsmodelle für neue Mobilitätslösungen in gemischtgenutzten Siedlungsentwicklungen</b><br>  Service Concepts and Operation Models for New Mobility Solutions for Mixed-Use Residential Developments [Angebotskonzepte und Umsetzungsmodelle] | 351 - 353 |
| <b>[BGU70002] Multimodaler und intermodaler Güterverkehr</b>   Multimodal and Intermodal Freight Transport [Multimodaler und intermodaler Güterverkehr]                                                                                                                        | 354 - 356 |
| <b>[BGU70004] Diskrete Wahlmethoden für Verkehrssystemanalyse</b>   Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis                                                                                                                                                | 357 - 359 |
| <b>[BGU70005] Transportökonomie</b>   Transportation Economics [Transportökonomie]                                                                                                                                                                                             | 360 - 362 |
| <b>[BV210013] Stadt- und Regionalplanung</b>   Urban und Regional Planning [SRP]                                                                                                                                                                                               | 363 - 365 |
| <b>[BV400009] Bodenordnung und Bodenpolitik</b>   Land Management and Land Policy                                                                                                                                                                                              | 366 - 369 |
| <b>[BV520008] Modellierung von Siedlungsstruktur und Verkehr</b>   Land Use and Transportation Modelling                                                                                                                                                                       | 370 - 372 |
| <b>[BV520009] Projektbewertung und Planungsprozesse im Verkehr</b>   Project Appraisal and Planning Processes in Transportation                                                                                                                                                | 373 - 375 |
| <b>[BV560009] Bedienung und Angebot des Öffentlichen Nahverkehrs</b>   Public Transport Operations and Supply                                                                                                                                                                  | 376 - 377 |
| <b>[BV560011] Governance</b>   Governance                                                                                                                                                                                                                                      | 378 - 380 |
| <b>[BV580013] Strategie und Organisation im ÖPNV</b>   Local Public Transport Strategy and Organisation [PTM]                                                                                                                                                                  | 381 - 383 |
| <b>Vertiefung 10: Transportation Engineering and Control</b>   Field of Study 10: Transportation Engineering and Control                                                                                                                                                       | 384       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                                                                                                                        | 384       |
| <b>[BV560023] Intelligente Verkehrssysteme</b>   Intelligent Transport Systems [ITS]                                                                                                                                                                                           | 384 - 386 |
| <b>[BV560024] Verkehrsmanagement</b>   Traffic Management [VM]                                                                                                                                                                                                                 | 387 - 389 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                                                                                                                           | 390       |
| <b>[BGU56035] Praktische Anwendung von verkehrstechnischen Verfahren</b>   Practical Application of Traffic Control Methods [PAvVV]                                                                                                                                            | 390 - 391 |
| <b>[BGU56048] Verkehrsdaten - Erfassung und Analyse</b>   Traffic Data Collection and Analysis [VD-E&A]                                                                                                                                                                        | 392 - 393 |
| <b>[BGU56049] Verkehrsflusssimulation</b>   Traffic Flow Simulation [VFS]                                                                                                                                                                                                      | 394 - 396 |
| <b>[BGU56050T2] Angewandte Verkehrstechnik und Verkehrsplanung</b>   Applied Traffic Engineering and Transport Planning [AVTP]                                                                                                                                                 | 397 - 399 |
| <b>[BGU56055] Autonome Fahrzeuge und Verkehrsmittel</b>   Autonomous Vehicles and Transportation Systems [AFV]                                                                                                                                                                 | 400 - 401 |
| <b>[BGU56056] Urbane Seilbahnen</b>   Urban Ropeways [USB]                                                                                                                                                                                                                     | 402 - 404 |

|                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU68005] ICT-unterstützte Unternehmensmodelle für urbane Mobilität</b>   ICT-Enabled Business Models for Urban Mobility<br>[Unternehmensmodelle für urbane Mobilität]                                           | 405 - 406 |
| <b>[BGU68006] Straßenverkehrssicherheit</b>   Road Safety<br>[Straßenverkehrssicherheit]                                                                                                                             | 407 - 409 |
| <b>[BGU70006] Statistisches Lernen und Datenanalyse für Verkehrssysteme</b>   Statistical Learning and Data Analytics for Transportation Systems<br>[Statistisches Lernen und Datenanalyse für Verkehrssysteme]      | 410 - 412 |
| <b>[BGU70007] Spezielle Themen zur Modellkalibrierung</b>   Special Topics on Model Calibration<br>[Ausgewählte Themen der Kalibrierung von Verkehrsmodellen]                                                        | 413 - 415 |
| <b>[BGU70008] Urbane Verkehrssysteme: Betriebsforschung und neue Mobilitätstechnologien</b>   Urban Transportation Systems: Operations Research and Emerging Mobility Technologies<br>[Urban Transportation Systems] | 416 - 418 |
| <b>[BV340019] Entwurf und Bemessung von Straßen und Eisenbahnen</b>   Road and Rail Design                                                                                                                           | 419 - 421 |
| <b>[BV520009] Projektbewertung und Planungsprozesse im Verkehr</b>   Project Appraisal and Planning Processes in Transportation                                                                                      | 422 - 424 |
| <b>Vertiefung 11: Water-Food-Energy Nexus</b>   Field of Study 11: Water-Food-Energy Nexus                                                                                                                           | 425       |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                                                              | 425       |
| <b>[BGU46038] Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement</b>   Principles and Applications of Land Management                                                                                                | 425 - 427 |
| <b>[BGU46039] Ethik in Wissenschaft und Technologie</b>   Ethics in Science and Technology                                                                                                                           | 428 - 429 |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                                                                                                                                 | 430       |
| <b>[WZ2394] Fisheries Management</b>   Fisheries Management                                                                                                                                                          | 430 - 432 |
| <b>[BGU38019] Anaerobtechnik und Energierückgewinnung</b>   Anaerobic Processes and Energy Recovery                                                                                                                  | 433 - 434 |
| <b>[BGU38033] Urban Water-Energy-Food Nexus Planung</b>   Planning the Urban Water-Energy-Food Nexus                                                                                                                 | 435 - 436 |
| <b>[BGU46029] Summer School zum NeXus Water Food Energy</b>   Summer School of NeXus Water Food Energy [NeXus]                                                                                                       | 437 - 438 |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                                                                                                              | 439 - 441 |
| <b>[BGU46041] Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung</b>   Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA_SEM]                                                                                | 442 - 444 |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung</b>   Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                            | 445 - 447 |

|                                                                                                                                                                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU54011] Integriertes Wasserressourcen Management</b>   Integrated Water Resources Management [IWRM]                                                                                                                                     | 448 - 450 |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]                                                                          | 451 - 452 |
| <b>[BGU66026] Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers                                                                | 453 - 455 |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                                                                                                                                             | 456 - 458 |
| <b>[BV170051] Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen</b>   Energy Economics and Hydro Power [GODDE]                                                                                                                                         | 459 - 460 |
| <b>[EI7467] Interdisciplinary Project Internship Concept Development of a Renewable Energy System in a Developing Country</b>   Interdisciplinary Project Internship Concept Development of a Renewable Energy System in a Developing Country | 461 - 462 |
| <b>[WI001255] Ringvorlesung Erneuerbare Energiesysteme im Globalen Süden</b>   Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South                                                                                                    | 463 - 465 |
| <b>[WZ1552] Regulatory Economics and Policy</b>   Regulatory Economics and Policy                                                                                                                                                             | 466 - 467 |
| <b>[WZ8100] Fundamentals of Climate Change</b>   Fundamentals of Climate Change                                                                                                                                                               | 468 - 469 |
| <b>Individuelle Wahlmodule</b>   Personal Elective Modules                                                                                                                                                                                    | 470       |
| <b>[AR17041] Klimagerechtes Bauen II</b>   Climate responsive Building II                                                                                                                                                                     | 470 - 471 |
| <b>[AR17054] Konzeptioneller Brandschutz</b>   Conceptual Fire Prevention                                                                                                                                                                     | 472 - 473 |
| <b>[WI000091] Corporate Finance</b>   Corporate Finance                                                                                                                                                                                       | 474 - 476 |
| <b>[WI000285] Innovative Unternehmer - Führung von High-Tech Unternehmen</b>   Innovative Entrepreneurs - Leadership of High-Tech Organizations                                                                                               | 477 - 479 |
| <b>[WI000286] Environmental and Natural Resource Economics</b>   Environmental and Natural Resource Economics                                                                                                                                 | 480 - 481 |
| <b>[WZ1647] Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen</b>   Remediation of Contaminated Sites - Lecture and Exercises                                                                                                                        | 482 - 484 |
| <b>[WZ4206] Material Flow Management and Applications</b>   Material Flow Management and Applications                                                                                                                                         | 485 - 486 |
| <b>[WZ6339] Angewandte Fließgewässerrenaturierung</b>   Applied River Restoration                                                                                                                                                             | 487 - 488 |
| <b>[WZ6332] Böden der Welt: Eigenschaften und Schutz</b>   Soils of the World: Properties and Protection                                                                                                                                      | 489 - 490 |
| <b>[AR30055] Automatisierung und Robotik im Bauwesen</b>   Automation & Robotics in Construction [ARC]                                                                                                                                        | 491 - 493 |
| <b>[WZ6415] Angewandte Limnologie (V+Ü)</b>   Applied Limnology                                                                                                                                                                               | 494 - 495 |

|                                                                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[WZ2469] Limnologie der Fließgewässer</b>   Limnology of Running Waters                                                                                                                            | 496 - 497 |
| <b>[AR71115] Raumökonomie</b>   Spatial Economy [RaumÖ]                                                                                                                                               | 498 - 499 |
| <b>[WZ6115] Planungsbezogenes Umweltrecht</b>   Environmental Law [pIUR]                                                                                                                              | 500 - 501 |
| <b>[WZ1561] Value Chain Economics</b>   Value Chain Economics                                                                                                                                         | 502 - 505 |
| <b>[WZ2757] Advanced Environmental and Natural Resource Economics</b>  <br>Advanced Environmental and Natural Resource Economics                                                                      | 506 - 507 |
| <b>[WI000021] Volkswirtschaftslehre I - Mikroökonomie</b>   Economics I -<br>Microeconomics [VWL 1]                                                                                                   | 508 - 510 |
| <b>[WI000021_E] Economics I - Microeconomics</b>   Economics I -<br>Microeconomics [VWL 1]                                                                                                            | 511 - 513 |
| <b>[WI000023] Volkswirtschaftslehre II - Makroökonomie</b>   Economics II -<br>Macroeconomics [VWL 2]                                                                                                 | 514 - 516 |
| <b>[ED0152] Erkenntnis und Kognition (vertieft)</b>   Knowledge and Cognition<br>(advanced topics)                                                                                                    | 517 - 518 |
| <b>[WI000231] Asset Management</b>   Asset Management                                                                                                                                                 | 519 - 521 |
| <b>[ED0218] Wissenschafts- und Technikkommunikation</b>   Science and<br>Technology Communication                                                                                                     | 522 - 523 |
| <b>[MCTS0036] Moderation (RESET)</b>   Moderation (RESET)                                                                                                                                             | 524 - 525 |
| <b>[AR20091] Ergänzende Einführung Städtebau</b>   Supplementary<br>Introduction to Urbanism                                                                                                          | 526 - 528 |
| <b>[AR30002] Raumökonomie</b>   Spatial Economy [RÖKMA]                                                                                                                                               | 529 - 531 |
| <b>[AR30294] Klimagerechtes Bauen I</b>   Climate Responsive Building I                                                                                                                               | 532 - 533 |
| <b>[AR30309] Denkmalpflege heute I</b>   Conservation of historical buildings<br>today I                                                                                                              | 534 - 535 |
| <b>[AR30320] Technoscience and the City: Advances in Urban Theory</b>  <br>Technoscience and the City: Advances in Urban Theory                                                                       | 536 - 538 |
| <b>[AR30331] Denkmalpflege heute II</b>   Conservation of historical buildings<br>today II                                                                                                            | 539 - 540 |
| <b>[AR30386] European Mega City Regions</b>   European Mega City Regions<br>[EMCR]                                                                                                                    | 541 - 543 |
| <b>[AR30400] Raumprozesse in der Stadt beobachten</b>                                                                                                                                                 | 544 - 545 |
| <b>[BGU36008] Messtechnik Seminar</b>   Methods of Measurement                                                                                                                                        | 546 - 547 |
| <b>[BGU36011] Seminar klima- und kulturgerechtes Bauen in der<br/>Bauphysik</b>   Seminar Climate-Culture-Building in Building Physics [Seminar<br>klima- und kulturgerechtes Bauen in der Bauphysik] | 548 - 550 |
| <b>[BGU37016] Anwendungsgerechte Optimierung mineralischer<br/>Baustoffe</b>   Optimization of building materials for practical applications                                                          | 551 - 553 |
| <b>[BGU37019T2] Seminar Ökologisches Bauen</b>   Seminar - Ecology in<br>Building and Construction                                                                                                    | 554 - 555 |
| <b>[BGU38010] Weitergehende Wasserbehandlung und Wasser Recycling</b><br>  Advanced Water Treatment Engineering and Reuse                                                                             | 556 - 558 |

|                                                                                                                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU38011] Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement</b>   Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management                                                                              | 559 - 561 |
| <b>[BGU38014] Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung</b>   Water and Wastewater Treatment Engineering                                                                                         | 562 - 564 |
| <b>[BGU38019] Anaerobtechnik und Energierückgewinnung</b>   Anaerobic Processes and Energy Recovery                                                                                                                | 565 - 566 |
| <b>[BGU38021] Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung</b>   Industrial Wastewater Treatment and Reuse                                                                                                      | 567 - 568 |
| <b>[BGU38023] Natürliche Aufbereitungsverfahren</b>   Engineered Natural Treatment Systems                                                                                                                         | 569 - 570 |
| <b>[BGU38024] Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik</b>   Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes                                                                                             | 571 - 573 |
| <b>[BGU38025] Planung und Betrieb von Kläranlagen</b>   Design and Operation of Wastewater Treatment Plants                                                                                                        | 574 - 575 |
| <b>[BGU38028] Prozesssimulation und Design von Kläranlagen</b>   Water Resource Recovery Process Simulation and Design                                                                                             | 576 - 578 |
| <b>[BGU38030] Statistisch-stochastische Prognosen des baulich-betrieblichen Zustands von Entwässerungssystemen</b>   Statistical-Stochastic Forecasts of the Structural and Operational Status of Drainage Systems | 579 - 581 |
| <b>[BGU38031] Sanitäre Versorgung im globalen Süden</b>   Sanitation in the Global South                                                                                                                           | 582 - 584 |
| <b>[BGU38033] Urban Water-Energy-Food Nexus Planung</b>   Planning the Urban Water-Energy-Food Nexus                                                                                                               | 585 - 586 |
| <b>[BGU40035] Umwelt- und Landnutzungsplanung</b>   Environment and Land Use Planning                                                                                                                              | 587 - 589 |
| <b>[BGU41020] Fluidmechanik und Transportmechanismen</b>   Fluid Mechanics and Transport Mechanisms                                                                                                                | 590 - 592 |
| <b>[BGU44014T2] Computergestützte Berechnungsverfahren in den Ingenieurwissenschaften II</b>   Computation in Engineering II [CIE 2]                                                                               | 593 - 595 |
| <b>[BGU46021] Wasserkraft und Energiespeicherung - Projektarbeit</b>   Hydro Power and Energy Storage - Project Work [Hydro Project]                                                                               | 596 - 598 |
| <b>[BGU46022] Wasserbauhydraulik</b>   Hydraulics in Water Engineering                                                                                                                                             | 599 - 601 |
| <b>[BGU46026] Alpine Naturgefahren</b>   Alpine Hazards [Ri+Kr]                                                                                                                                                    | 602 - 604 |
| <b>[BGU46028] Mathematische Modellierung der Hydrodynamik und Wasserqualität in Küstengebieten</b>   Mathematical Modeling of Hydrodynamics and Water Quality in Coastal Regions [COASTAL]                         | 605 - 606 |
| <b>[BGU46030] Ökologische Modellierung für Oberflächengewässer</b>   Ecological Modeling of Surface Waters [Ecolog]                                                                                                | 607 - 609 |
| <b>[BGU46032] Laborübung Wasserbauhydraulik</b>   Hydraulics in Water Engineering Laboratory [Labor WB-Hydraulik]                                                                                                  | 610 - 611 |

|                                                                                                                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU46033] Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach</b>   Laboratory and Field Exercises at the Oberrach Lab [VAO_2016]                             | 612 - 613 |
| <b>[BGU46034] Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen</b>   Hydraulic Machinery and Plants Laboratory [HMA]                                                                        | 614 - 615 |
| <b>[BGU46036] Wasserwirtschaft und Wasserkraft</b>   Water Resources and Hydropower [WRHP]                                                                                               | 616 - 619 |
| <b>[BGU46038] Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement</b>   Principles and Applications of Land Management                                                                    | 620 - 622 |
| <b>[BGU46039] Ethik in Wissenschaft und Technologie</b>   Ethics in Science and Technology                                                                                               | 623 - 624 |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                                                                                  | 625 - 627 |
| <b>[BGU46041] Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung</b>   Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA_SEM]                                                    | 628 - 630 |
| <b>[BGU46042] Lebensraummodellierung für Fische und Wirbellose in Flüssen</b>   Modeling of Habitat for Fish and Invertebrates in Rivers [HABSIM]                                        | 631 - 633 |
| <b>[BGU48029] Einführung in die Photogrammetrie und Fernerkundung</b>   Introduction to Photogrammetry and Remote Sensing [PFG]                                                          | 634 - 635 |
| <b>[BGU50007] Grundwassermanagement und nachhaltige Materialverwendung in der Geotechnik</b>   Ground Water Handling and Sustainable Use of Geomaterials in Civil Construction           | 636 - 638 |
| <b>[BGU50008] Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen</b>   Geotechnical Issues in Environmental Engineering                                                               | 639 - 641 |
| <b>[BGU52015] Visualisierung von Raum- und Verkehrsdaten</b>   Visualization of Spatial Data in Transportation                                                                           | 642 - 644 |
| <b>[BGU52016] Evaluation von Verkehrsprojekten und -programmen</b>   Evaluation of Transport Projects and Policies                                                                       | 645 - 646 |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung</b>   Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                | 647 - 649 |
| <b>[BGU54009] Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement</b>   Flood Risk and Flood Management [HWRM]                                                                                     | 650 - 653 |
| <b>[BGU54010] Grundwasser - Hydraulik, Modellierung und Management</b>   Groundwater Hydraulics, Modelling and Management [GHMM]                                                         | 654 - 656 |
| <b>[BGU54011] Integriertes Wasserressourcen Management</b>   Integrated Water Resources Management [IWRM]                                                                                | 657 - 659 |
| <b>[BGU54013T2] Seminar Niederschlags-Abfluss Modellierung</b>   Seminar in Rainfall-Runoff Modelling [SRRM]                                                                             | 660 - 662 |
| <b>[BGU54015] Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene (Exkursion in das Etsch Einzugsgebiet)</b>   Water Management at the Catchment Scale (Field trip to the Adige River Basin) [WMCS] | 663 - 665 |

|                                                                                                                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU54016] Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner Einzugsgebiete</b>   Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments [MPAC]                                    | 666 - 668 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                                                                                    | 669 - 671 |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und - Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]                        | 672 - 673 |
| <b>[BGU54021] Fernerkundung in der Hydrologie</b>   Remote Sensing in Hydrology [FEH]                                                                                                        | 674 - 676 |
| <b>[BGU54024] Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie</b>   Uncertainty Quantification in Hydrology [UQH]                                                                                   | 677 - 679 |
| <b>[BGU54026] Modellierung städtischer Überschwemmungen</b>   Urban Flood Modelling [UFM]                                                                                                    | 680 - 682 |
| <b>[BGU56033] Güterverkehrskonzepte / Logistik</b>   Freight Transport Concepts / Logistics                                                                                                  | 683 - 685 |
| <b>[BGU56048] Verkehrsdaten - Erfassung und Analyse</b>   Traffic Data Collection and Analysis [VD-E&A]                                                                                      | 686 - 687 |
| <b>[BGU56049] Verkehrsflusssimulation</b>   Traffic Flow Simulation [VFS]                                                                                                                    | 688 - 690 |
| <b>[BGU60015] Zuverlässigkeit von Systemen</b>   Reliability for Engineering Systems                                                                                                         | 691 - 692 |
| <b>[BGU62039] Fallstudien nachhaltiger Quartiers-, Stadt- und Infrastrukturentwicklungen</b>   Case Studies of Sustainable Urban Developments and Infrastructure [FNQSI]                     | 693 - 696 |
| <b>[BGU62041] Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - für Umweltingenieurwesen</b>   Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning - for Environmental Engineering | 697 - 699 |
| <b>[BGU62043] Aspects of Sustainable Urbanism</b>   Aspects of Sustainable Urbanism                                                                                                          | 700 - 701 |
| <b>[BGU62052] Erneuerbare Energieversorgung von Gebäuden</b>   Renewable Energy Supply in Buildings                                                                                          | 702 - 704 |
| <b>[BGU62053] Nachhaltige Lichttechnik</b>   Sustainable Lighting                                                                                                                            | 705 - 706 |
| <b>[BGU62059] Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen</b>   Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA]                                            | 707 - 709 |
| <b>[BGU63013] Mauerwerksbau</b>   Masonry Design [MB AK]                                                                                                                                     | 710 - 712 |
| <b>[BGU66016] Hydrogeologisches Fluid- und Hydrochemisches Laborpraktikum</b>   Hydrogeologic and Hydro Chemical Lab Course [P-14]                                                           | 713 - 715 |
| <b>[BGU66023D2] Die gesättigte und ungesättigte Zone: Prozessverständnis und Modellierung</b>   The Saturated and the Unsaturated Zone: Process Understanding and Modelling                  | 716 - 718 |



|                                                                                                                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers                                                                    | 719 - 720 |
| <b>[BGU66025] Hydrogeologie in der Praxis für Umweltingenieure</b>   Applied Hydrogeology for Environmental Engineers                                                                                             | 721 - 723 |
| <b>[BGU66026] Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers                                    | 724 - 726 |
| <b>[BGU67001] Hangbewegungen</b>   Landslides [P-04]                                                                                                                                                              | 727 - 729 |
| <b>[BGU67003] Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/ Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren</b>   Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards [W-13]                                     | 730 - 733 |
| <b>[BGU68006] Straßenverkehrssicherheit</b>   Road Safety [Straßenverkehrssicherheit]                                                                                                                             | 734 - 736 |
| <b>[BGU68007] Angewandte Verkehrsmodellierung</b>   Applied Transport Modeling [Angewandte Verkehrsmodellierung]                                                                                                  | 737 - 739 |
| <b>[BGU68008] Angewandte Verkehrsmodelle</b>   Applied Transport Models [Angewandte Verkehrsmodellierung]                                                                                                         | 740 - 741 |
| <b>[BGU68009] Angewandte Verkehrsplanung in Entwicklungsländern</b>   Applied Transport Planning in Developing Countries                                                                                          | 742 - 743 |
| <b>[BGU68010] Objektorientiertes Programmieren für Verkehrsingenieure</b>   Object-Oriented Programming for Transport Engineers [Objektorientiertes Programmieren für Verkehrsingenieure]                         | 744 - 746 |
| <b>[BGU70003] Optimierung für Verkehrssysteme</b>   Optimisation for Transportation Systems [Optimierung für Transportation Systems]                                                                              | 747 - 749 |
| <b>[BGU70004] Diskrete Wahlmethoden für Verkehrssystemanalyse</b>   Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis                                                                                   | 750 - 752 |
| <b>[BGU70007] Spezielle Themen zur Modellkalibrierung</b>   Special Topics on Model Calibration [Ausgewählte Themen der Kalibrierung von Verkehrsmodellen]                                                        | 753 - 755 |
| <b>[BGU70008] Urbane Verkehrssysteme: Betriebsforschung und neue Mobilitätstechnologien</b>   Urban Transportation Systems: Operations Research and Emerging Mobility Technologies [Urban Transportation Systems] | 756 - 758 |
| <b>[BV000018] Massivbau Grundmodul</b>   Concrete and Masonry Structures Basic Module [MB GM]                                                                                                                     | 759 - 761 |
| <b>[BV000063] Systemtheoretische Grundlagen des Projektmanagements</b>   System-Theoretical Principles of Project Management [GL_PM]                                                                              | 762 - 763 |
| <b>[BV000066] Vergaberecht und Vergabeverfahren</b>   Bidding, Tendering and Billing [VergR]                                                                                                                      | 764 - 765 |
| <b>[BV000082] Immobilienfinanzierung</b>   Financing of Real Estate [ImmoFin]                                                                                                                                     | 766 - 767 |

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV000086] Stadtplanung und Stadtentwicklung</b>   Town Planning<br>[StPl&Entw]                                       | 768 - 769 |
| <b>[BV020001] Kontinuumsmechanik</b>   Continuum Mechanics                                                               | 770 - 772 |
| <b>[BV030011] Computational Linear Algebra</b>   Computational Linear Algebra                                            | 773 - 775 |
| <b>[BV030012] Datenbanken für Ingenieure</b>   Engineering Databases<br>[EngDB]                                          | 776 - 777 |
| <b>[BV040005] Naturnahe Bauweisen</b>   Nature-oriented Care                                                             | 778 - 779 |
| <b>[BV040053] Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD)</b>  <br>Computational Fluid Dynamics [CFD]                 | 780 - 782 |
| <b>[BV070006] Praktikum Analytik und Prüftechnik</b>   Practical Course<br>Analysis and Testing                          | 783 - 785 |
| <b>[BV110005] Seminar Bauphysik</b>   Seminar Building Physics                                                           | 786 - 787 |
| <b>[BV110006] Bauphysik in der Praxis</b>   Building Physics in Practice                                                 | 788 - 790 |
| <b>[BV110050] Nachhaltigkeit von Gebäuden</b>   Sustainability of Buildings                                              | 791 - 792 |
| <b>[BV120003] Erd- und Dammbau</b>   Earthworks and Embankments [EuD]                                                    | 793 - 795 |
| <b>[BV120008] Bodenmechanisches Praktikum</b>   Soil Mechanics Lab [BMP]                                                 | 796 - 797 |
| <b>[BV120062] Geotechnik Vertiefung III</b>   Advanced Geotechnics III<br>[VGEOIII]                                      | 798 - 800 |
| <b>[BV150050] Umweltgeologie / Geochemie</b>   Environmental Geology /<br>Geochemistry [ENVGEOCHEM]                      | 801 - 802 |
| <b>[BV170004] Flussbau und Hydromorphologie</b>   River Engineering and<br>Hydromorphology [BUI River]                   | 803 - 804 |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and<br>Politics [GRAMBOW]                     | 805 - 807 |
| <b>[BV170051] Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen</b>   Energy<br>Economics and Hydro Power [GODDE]                 | 808 - 809 |
| <b>[BV180004] Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen</b>  <br>Modelling of Water Quality in Aquatic Systems | 810 - 811 |
| <b>[BV180006] Hydrochemie</b>   Hydrochemistry                                                                           | 812 - 813 |
| <b>[BV180010] Gewässerschutz</b>   River Water Quality Management                                                        | 814 - 815 |
| <b>[BV180051] Hydrochemie Praktikum</b>   Hydrochemistry Lab                                                             | 816 - 817 |
| <b>[BV180071] Urban Climate - Grundlagen</b>   Fundamentals of Urban Climate                                             | 818 - 820 |
| <b>[BV210013] Stadt- und Regionalplanung</b>   Urban und Regional Planning<br>[SRP]                                      | 821 - 823 |
| <b>[BV320006] Modellbildung in der Baustatik</b>   Modelling in structural<br>analysis [MB]                              | 824 - 825 |
| <b>[BV320009] Nichtlineare Finite Elemente Methode</b>   Nonlinear Finite<br>Element Methods [NFEM]                      | 826 - 827 |
| <b>[BV340001] Rail Design</b>   Rail Design                                                                              | 828 - 829 |
| <b>[BV340002] Road Design</b>   Road Design                                                                              | 830 - 831 |
| <b>[BV340008] Bau von Verkehrsinfrastruktur</b>   Construction of Traffic<br>Infrastructure                              | 832 - 834 |

|                                                                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV340021] Luftverkehr und Luftverkehrsanlagen</b>   Air Transport and Airports                                                            | 835 - 836 |
| <b>[BV360011] Bauphysik in der Forschung</b>   Building Physics in Research                                                                   | 837 - 839 |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of Groundwater Ecosystems                                           | 840 - 843 |
| <b>[BV380009] Urban Climate - Anwendungen</b>   Applications of Urban Climate                                                                 | 844 - 845 |
| <b>[BV400009] Bodenordnung und Bodenpolitik</b>   Land Management and Land Policy                                                             | 846 - 849 |
| <b>[BV400021] Instrumente der Bodenordnung und Landentwicklung</b>   Instruments of Land Mobilization                                         | 850 - 851 |
| <b>[BV410005] Hydraulik Praktikum</b>   Hydraulics Lab                                                                                        | 852 - 854 |
| <b>[BV410009] Numerische Gerinnehydraulik</b>   Numerical River Hydraulics [NRH]                                                              | 855 - 856 |
| <b>[BV410011] Hydroprojekt</b>   Hydro Project                                                                                                | 857 - 859 |
| <b>[BV410013] Fluidmechanik und Turbulenz</b>   Fluid Mechanics and Turbulence                                                                | 860 - 862 |
| <b>[BV410015] Energieeffizienz</b>   Energy Efficiency                                                                                        | 863 - 864 |
| <b>[BV430005] Stabilitätstheorie</b>   Stability of Structures                                                                                | 865 - 867 |
| <b>[BV440004] Paralleles Rechnen</b>   Parallel Computing                                                                                     | 868 - 870 |
| <b>[BV440007] Algorithmen und Datenstrukturen</b>   Algorithms and Data Structures                                                            | 871 - 873 |
| <b>[BV450005] Satellitenaltimetrie und Physikalische Ozeanografie</b>   Satellite Altimetry and Physical Oceanography                         | 874 - 876 |
| <b>[BV460012] Fließgewässer als Lebensraum</b>   Rivers as an Ecosystem [KS_4]                                                                | 877 - 879 |
| <b>[BV460017] Wasserkraft und Energiespeicherung</b>   Hydro Power und Energy Storage                                                         | 880 - 881 |
| <b>[BV460018] Modelle für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung</b>   Sustainable Water Resources Management                                 | 882 - 883 |
| <b>[BV460019] Verkehrswasserbau und Wasserstraßen</b>   Inland Navigation Management and Constructions [HE]                                   | 884 - 886 |
| <b>[BV500003] Mechanik ungesättigter Böden</b>   Unsaturated soil mechanics [UNSATSOIL]                                                       | 887 - 888 |
| <b>[BV500004] Umweltgeotechnik II</b>   Environmental Geotechnics II [UGEO II]                                                                | 889 - 890 |
| <b>[BV520006] Vertiefungsmodul Verkehrsplanung</b>   Transport Planning Master Module                                                         | 891 - 893 |
| <b>[BV530014] Hangbewegungskartierung</b>   Landslide Mapping Course [W-01]                                                                   | 894 - 897 |
| <b>[BV530023] Modellprojekt "Prävention gegen alpine Naturgefahren"</b>   Study Project "Prevention against Alpine Natural Hazards" [ModProj] | 898 - 900 |
| <b>[BV560005] Intelligente Fahrzeuge</b>   Intelligent Vehicles [IF]                                                                          | 901 - 902 |

|                                                                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV560011] Governance</b>   Governance                                                                                                                                       | 903 - 905 |
| <b>[BV560024] Verkehrsmanagement</b>   Traffic Management [VM]                                                                                                                  | 906 - 908 |
| <b>[BV560028] Urban Infrastructure Design</b>   Urban Infrastructure Design<br>[EvsV]                                                                                           | 909 - 911 |
| <b>[BV580008] Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr</b>   Modelling of<br>Environmental Effects in Transportation [MoDEET]                                                 | 912 - 914 |
| <b>[BV580010] Analysemethoden - Statistik und GIS</b>   Analysis Methods -<br>Statistics and GIS                                                                                | 915 - 918 |
| <b>[BV600004] Zuverlässigkeitstheorie</b>   Structural Reliability [SR]                                                                                                         | 919 - 920 |
| <b>[BV600011] Datenanalyse für IngenieurInnen mit Matlab</b>   Engineering<br>Data Analysis with Matlab [DAM]                                                                   | 921 - 922 |
| <b>[BV610020] Computerunterstützte Verkehrsplanung mit Matlab</b>  <br>Computer Aided Traffic Engineering with Matlab                                                           | 923 - 925 |
| <b>[BV620006] Sonderthemen des nachhaltigen Bauens</b>   Special Topics in<br>Sustainable Design                                                                                | 926 - 927 |
| <b>[BV620020] Fallstudien nachhaltiger Quartiers-, Stadt- und<br/>Infrastrukturentwicklungen</b>   Case Studies of Sustainable Urban<br>Developments and Infrastructure [FNQSI] | 928 - 930 |
| <b>[BV650001] Building Information Modeling</b>   Building Information<br>Modeling [BIM]                                                                                        | 931 - 933 |
| <b>[BV650002] Advanced Topics in Building Information Modeling</b>  <br>Advanced Topics in Building Information Modeling [BIMAdv]                                               | 934 - 935 |
| <b>[BV660011] QV Grundwassermodellierung 1</b>   QV Groundwater Modelling<br>1                                                                                                  | 936 - 937 |
| <b>[CH0141] Organische Umweltchemie</b>   Organic Environmental Chemistry                                                                                                       | 938 - 939 |
| <b>[CLA10269] Kommunikation und Persönlichkeit</b>   Communication and<br>Personality                                                                                           | 940 - 941 |
| <b>[CLA10412] Technical Writing (Engineer Your Text!)</b>   Technical Writing<br>(Engineer Your Text!)                                                                          | 942 - 943 |
| <b>[CLA10450] Wenn aus Ingenieuren Manager werden</b>   When Engineers<br>Become Managers                                                                                       | 944 - 945 |
| <b>[CLA10813] Volkswirtschaftlich Denken</b>   Economic Thinking: Economics                                                                                                     | 946 - 947 |
| <b>[CLA11108] Führung übernehmen</b>   Leadership                                                                                                                               | 948 - 949 |
| <b>[CLA11200] Ringvorlesung Umwelt: Ökologie und Technik<br/>(Interdisziplinäre Vortragsreihe)</b>   Interdisciplinary Lecture Series<br>"Environment: Ecology and Technology"  | 950 - 951 |
| <b>[CLA11301] Präsentationstraining vor der Kamera</b>   Presentation Training<br>with Video Feedback                                                                           | 952 - 953 |
| <b>[CLA11313] Konfliktmanagement und Gesprächsführung</b>   Conflict<br>Management and Conducting Discussions                                                                   | 954 - 955 |

|                                                                                                                                                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[CLA11317] Ringvorlesung Umwelt: Politik und Gesellschaft (Interdisziplinäre Vortragsreihe)   Interdisciplinary Lecture Series "Environment: Politics and Society"</b> | 956 - 957   |
| <b>[CLA20201] Komplexe Systeme   Complex Systems</b>                                                                                                                      | 958 - 959   |
| <b>[CLA20424] Interkulturelle Begegnungen   Intercultural Encounters</b>                                                                                                  | 960 - 961   |
| <b>[CLA20710] Global Diversity Training   Global Diversity Training</b>                                                                                                   | 962 - 963   |
| <b>[CLA20910] Genderkompetenz als Schlüsselqualifikation   Gender Competence as Core Qualification</b>                                                                    | 964 - 965   |
| <b>[CLA21008] Grundlagen der Globalisierungsforschung   Fundamental Principles of Globalisation</b>                                                                       | 966 - 967   |
| <b>[CLA21213] Individual Change Management   Individual Change Management</b>                                                                                             | 968 - 969   |
| <b>[CLA21601] Ethik und Verantwortung II   Ethics and Responsibility II</b>                                                                                               | 970 - 971   |
| <b>[CLA30267] Kommunikation und Präsentation   Communication and Presentation</b>                                                                                         | 972 - 973   |
| <b>[CLA30621] Umweltchemikalien und ökologische Gerechtigkeit   Environmental Chemicals and Environmental Justice</b>                                                     | 974 - 975   |
| <b>[CLA30704] Denken, Erkennen und Wissen   Thinking, Perceiving, and Knowing</b>                                                                                         | 976 - 977   |
| <b>[CLA31900] Vortragsreihe Umwelt - TUM   Lecture Series Environment - TUM</b>                                                                                           | 978 - 979   |
| <b>[CLA90142] Selbstkompetenz - intensiv   Self-Competence - Intensive Course [EDS-M2]</b>                                                                                | 980 - 982   |
| <b>[EI04004] Strategic Management for Engineers   Strategic Management for Engineers</b>                                                                                  | 983 - 984   |
| <b>[EI0699] Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur   Urban Energy Systems and modern infrastructure for cities [STAMSI]</b>                             | 985 - 987   |
| <b>[EI1289] Elektrotechnik   Electrical Engineering</b>                                                                                                                   | 988 - 990   |
| <b>[EI74831] Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems   Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems [PropENS]</b>                                    | 991 - 993   |
| <b>[EI7513] Umweltmanagement - Ökoauditierung   Ecomanagement and Life Cycle Analysis</b>                                                                                 | 994 - 996   |
| <b>[EI7605] Gassensorik für biomedizinische Anwendungen   Gas Sensing in Biomedical Applications [Gassensorik für biomedizinische Anwendungen]</b>                        | 997 - 999   |
| <b>[EI80004] Sustainable Mobility   Sustainable Mobility [SuMo]</b>                                                                                                       | 1000 - 1002 |
| <b>[MW0219] Projektmanagement für Ingenieure   Project Management for Engineers [PM]</b>                                                                                  | 1003 - 1004 |
| <b>[MW1535] Patent-, Marken- und Musterrecht für Ingenieure: Eine Einführung   Introduction to Patent, Trademark and Design Law for Engineers [Patentrecht]</b>           | 1005 - 1006 |
| <b>[MW2149] Introduction to Wind Energy   Introduction to Wind Energy</b>                                                                                                 | 1007 - 1009 |

|                                                                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems  </b><br>Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems             | 1010 - 1012 |
| <b>[POL40100] Ringvorlesung: Politics &amp; Technology  </b> Introductory Lecture:<br>Politics and Technology                            | 1013 - 1014 |
| <b>[POL60700] Democracy in the Digital Age  </b> Democracy in the Digital Age                                                            | 1015 - 1016 |
| <b>[POL62200] Energy Transformation  </b> Energy Transformation                                                                          | 1017 - 1019 |
| <b>[POL62400] Environment and Climate Transformation  </b> Environment and<br>Climate Transformation                                     | 1020 - 1022 |
| <b>[POL62500] The Ethics and Politics of Existential Global Risks  </b> The<br>Ethics and Politics of Existential Global Risks           | 1023 - 1025 |
| <b>[POL70070] Ethics of Technology  </b> Ethics of Technology                                                                            | 1026 - 1027 |
| <b>[SZ0806] Portugiesisch A2.1  </b> Portuguese A2.1                                                                                     | 1028 - 1029 |
| <b>[SZ1209] Spanisch C1 - La actualidad en España y América Latina  </b><br>Spanish C1 - current issues in Spain and Latin America       | 1030 - 1032 |
| <b>[SZ1217] Spanisch B2.2  </b> Spanish B2.2                                                                                             | 1033 - 1035 |
| <b>[SZ1703] Norwegisch B1  </b> Norwegian B1                                                                                             | 1036 - 1037 |
| <b>[WI000946] Energy Markets I  </b> Energy Markets I                                                                                    | 1038 - 1040 |
| <b>[WI001056] Grundzüge der Volkswirtschaftslehre  </b> Principles of<br>Economics                                                       | 1041 - 1042 |
| <b>[WI001057_E] Cost Accounting  </b> Cost Accounting                                                                                    | 1043 - 1044 |
| <b>[WI001058] Foundations of Entrepreneurial &amp; Ethical Business  </b><br>Foundations of Entrepreneurial & Ethical Business           | 1045 - 1047 |
| <b>[WI001072] Corporate Sustainability  </b> Corporate Sustainability [Corp Sust<br>Bc]                                                  | 1048 - 1050 |
| <b>[WI001122] Introduction to Business Law (MiM)  </b> Introduction to Business<br>Law (MiM) [BusLawMiM]                                 | 1051 - 1052 |
| <b>[WI001125] Energy Markets II  </b> Energy Markets II                                                                                  | 1053 - 1055 |
| <b>[WI001129] Marketing and Innovation Management (MiM)  </b> Marketing<br>and Innovation Management (MiM)                               | 1056 - 1058 |
| <b>[WI001131] Production and Logistics (MiM)  </b> Production and Logistics<br>(MiM)                                                     | 1059 - 1061 |
| <b>[WI001138] Investment and Financial Management (MiM)  </b> Investment<br>and Financial Management (MiM)                               | 1062 - 1063 |
| <b>[WI001172] Core Topic: Politics &amp; Governance  </b> Core Topic: Politics &<br>Governance                                           | 1064 - 1066 |
| <b>[WI001185] Entrepreneurial, Strategic, and International Management  </b><br>Entrepreneurial, Strategic, and International Management | 1067 - 1070 |
| <b>[WI001204] Economics of Water Use, Regulation and Markets  </b><br>Economics of Water Use, Regulation and Markets                     | 1071 - 1073 |
| <b>[WI001223] Challenges in Energy Markets  </b> Challenges in Energy Markets                                                            | 1074 - 1075 |
| <b>[WZ1082] Fischbiologie und Aquakultur  </b> Fish Biology and Aquaculture                                                              | 1076 - 1078 |

|                                                                                                                                                                                                                                     |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[WZ1171] Klimabedingte Herausforderungen für Abwasserbiologie und Ingenieurökologie</b>   Climate change related challenges in sewage treatment biology and engineering ecology                                                  | 1079 - 1081 |
| <b>[WZ1171] Klimabedingte Herausforderungen für Abwasserbiologie und Ingenieurökologie</b>   Climate change related challenges in sewage treatment biology and engineering ecology                                                  | 1082 - 1084 |
| <b>[WZ1590] Climate Change Economics</b>   Climate Change Economics                                                                                                                                                                 | 1085 - 1087 |
| <b>[WZ1821] Natural Resources - Traits, Management and Theory of Sustainability</b>   Natural Resources - Traits, Management and Theory of Sustainability                                                                           | 1088 - 1089 |
| <b>[WZ1825] Bodenkunde</b>   Soil Science                                                                                                                                                                                           | 1090 - 1092 |
| <b>[WZ2673] Grundlagen Ökologie und Schutz von Gewässersystemen</b>   Basics Aquatic Ecology and Conservation                                                                                                                       | 1093 - 1095 |
| <b>[WZ2733] Introduction to Soil Science</b>   Introduction to Soil Science                                                                                                                                                         | 1096 - 1097 |
| <b>[WZ2734] Soil Protection</b>   Soil Protection                                                                                                                                                                                   | 1098 - 1099 |
| <b>[WZ2735] World Soil Resources</b>   World Soil Resources                                                                                                                                                                         | 1100 - 1101 |
| <b>[WZ2736] Analytical Characterization of Soil Resources</b>   Analytical Characterization of Soil Resources                                                                                                                       | 1102 - 1103 |
| <b>[WZ8100] Fundamentals of Climate Change</b>   Fundamentals of Climate Change                                                                                                                                                     | 1104 - 1105 |
| <b>Fächerübergreifende Methoden</b>   Cross Cutting Methods                                                                                                                                                                         | 1106        |
| <b>[BGU43025] Vibroakustik</b>   Vibroacoustics                                                                                                                                                                                     | 1106 - 1108 |
| <b>[BGU43026] Modellierung und Simulation in der Strukturdynamik</b>   Modelling and Simulation in Structural Mechanics                                                                                                             | 1109 - 1111 |
| <b>[BGU45037] Einführung in die Erdsystemforschung</b>   Introduction to Earth System Science                                                                                                                                       | 1112 - 1114 |
| <b>[BGU62059] Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen</b>   Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA]                                                                                   | 1115 - 1117 |
| <b>[BV000063] Systemtheoretische Grundlagen des Projektmanagements</b>   System-Theoretical Principles of Project Management [GL_PM]                                                                                                | 1118 - 1119 |
| <b>[BV550025] Systemtheoretische Grundlagen des Risikomanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft</b>   System-Theoretical Principles of Risk Management for Business Processes and Real Estate Business Processes [RM_Baulmmo] | 1120 - 1121 |
| <b>[EI74831] Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems</b>   Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems [PropENS]                                                                                              | 1122 - 1124 |
| <b>[WI001255] Ringvorlesung Erneuerbare Energiesysteme im Globalen Süden</b>   Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South                                                                                          | 1125 - 1127 |
| <b>DTU Programm - TUM Module</b>   DTU Program - TUM Modules                                                                                                                                                                        | 1128        |
| <b>Prüfungsmodule</b>   Required Modules                                                                                                                                                                                            | 1128        |

|                                                                                                                               |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU38014] Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung</b>   Water and Wastewater Treatment Engineering    | 1128 - 1130 |
| <b>[BGU38021] Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung</b>   Industrial Wastewater Treatment and Reuse                 | 1131 - 1132 |
| <b>[BGU38023] Natürliche Aufbereitungsverfahren</b>   Engineered Natural Treatment Systems                                    | 1133 - 1134 |
| <b>[BGU38024] Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik</b>   Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes        | 1135 - 1137 |
| <b>[BGU38028] Prozesssimulation und Design von Kläranlagen</b>   Water Resource Recovery Process Simulation and Design        | 1138 - 1140 |
| <b>[BGU46038] Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement</b>   Principles and Applications of Land Management         | 1141 - 1143 |
| <b>[BGU46039] Ethik in Wissenschaft und Technologie</b>   Ethics in Science and Technology                                    | 1144 - 1145 |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                       | 1146 - 1148 |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                             | 1149 - 1151 |
| <b>[BV180006] Hydrochemie</b>   Hydrochemistry                                                                                | 1152 - 1153 |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of Groundwater Ecosystems                           | 1154 - 1157 |
| <b>[BV470017] Advanced GIS für Umweltingenieure - Anwendungen</b>   Advanced GIS for Environmental Engineering - Applications | 1158 - 1159 |
| <b>[MW1475] Regenerative Energiesysteme 1</b>   Renewable Energy Technology 1 [RET I]                                         | 1160 - 1162 |
| <b>[MW1476] Regenerative Energiesysteme 2</b>   Renewable Energy Technology 2 [RET II]                                        | 1163 - 1165 |
| <b>[SZ0301] Deutsch als Fremdsprache A1.1</b>   German as a Foreign Language A1.1                                             | 1166 - 1167 |
| <b>Master Thesis</b>   Master's Thesis                                                                                        | 1168        |
| <b>[BV00MTUI] Master's Thesis</b>   Master's Thesis                                                                           | 1168 - 1170 |



## Modulkatalog | Module List

### Vertiefung 1: Urban Water Engineering | Field of Study 1: Urban Water Engineering

#### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU38014: Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung | Water and Wastewater Treatment Engineering

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt schriftlich in einer 120-minütigen Klausur.

Durch theoretische Fragen beweisen die Studierenden, dass sie sich an die einzelnen Stufen zur Elimination von Abwasserinhaltsstoffen erinnern können sowie die Grundlagen der Wasserver- und -entsorgungssysteme kennen und Erfordernis und Machbarkeit der Abwasserbehandlung, besonders des kommunalen Abwassers verstehen können. Durch anwendungsorientierte Problemstellungen zeigen die Studierenden, dass sie das Ressourcenmanagement im Bereich der Abwasserbehandlung, die Leistungsfähigkeit dazugehöriger Systeme sowie Standortfaktoren für wassertechnische Anlagen analysieren können sowie unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten verschiedene konventionelle und weitergehende Techniken der Abwasserbehandlung kritisch bewerten können. Ferner zeigen sie, dass sie in begrenzter Zeit Problemstellungen analysieren können und daraus die erforderlichen Verfahrenstechniken zum Schutz der öffentlichen Gesundheit anwenden sowie durch das technische und gesetzliche Regelwerk Prozessoptimierungen und Lösungen zur kommunalen Abwasserbehandlung entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt. In der Klausur sind

ausschließlich die Vorlesungsfolien sowie eigenen Notizen, beides in Papierform, als Hilfsmittel zugelassen.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul (BGU38016)

Siedlungswasserwirtschaft Projektkurs (BGU38020)

**Inhalt:**

1. Wasservorkommen und Trinkwasserschutz; Charakterisierung von Rohwässern
2. Gesetzliche und technische Anforderungen
3. Anlagen zur Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Wasser
4. Struktur der Wasserversorgung und Organisation von Wasserversorgungsunternehmen
5. Betrieb und Instandhaltung von Wasserversorgungsanlagen
6. Charakterisierung von Abwässern, insbesondere Kommunalabwässer
7. Gesetzliche Anforderungen und definition von Einleitwerten
8. Abwasserbehandlungskonzepte/ Ressourcenwiederverwendung
9. Grundlagen der Biotechnologie und Mikrobielle Reaktionen
10. Biologische Reiniungsverfahren
  - a. Belebtschlammtechnologie (aerob/anaerob)
  - b. Sequencing Batch Reactor (SBR) Technologie
  - c. Biofilm Reaktoren
11. Abwasserdisinfektion (Chlor-basierend; UV)
12. Stabilisierung und Energierückgewinnung aus Klärschlamm

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Bestehen des Moduls in der Lage:

- Grundlagen der Wasserver- und -entsorgungssysteme zu kennen und ihre Prinzipien zu verstehen.
- die Leistungsfähigkeit dieser Systeme zu bewerten
- Standortfaktoren für wassertechnische Anlagen zu analysieren und unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten zu bewerten
- die erforderlichen Verfahrenstechniken zum Schutz der öffentlichen Gesundheit zu verstehen und anzuwenden
- Gefährdungspotentiale kritisch zu bewerten
- durch das technische Regelwerk und gesetzliche Anforderungen Prozessoptimierungen für die biologische Abwasserbehandlung zur Entfernung organischer Wasserinhaltsstoffe und Nährstoffe zu entwickeln
- das Erfordernis und Machbarkeit der Abwasserbehandlung, besonders des kommunalen Abwassers, zu verstehen
- Ressourcenmanagement im Bereich der Abwasserbehandlung zu analysieren und

- Lösungen zur kommunalen Abwasserbehandlung zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierten Übungen. In der Vorlesung werden anhand von Präsentationen die technischen und rechtlichen Anforderungen an die Wasser- und Abwasseraufbereitung sowie die theoretischen Grundlagen von physikalischen, chemischen und biologischen Aufbereitungsverfahren vermittelt. Ferner werden gesamtheitliche Konzepte zur Wasser- und Abwasserbehandlung vorgestellt. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Vorlesung werden in integrierten Übungen Probleme von den Studierenden einzeln oder in Kleingruppen gelöst und anschließend im Klassenverband diskutiert. Darüber hinaus kann der behandelte Stoff in den freiwilligen Übungen, die auf Moodle bereitgestellt werden, für die Verfahren zur Wasser und Abwasserbehandlung problemlösungsorientiert bearbeitet werden.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen; Übungen während der Vorlesung und via Moodle

**Literatur:**

Crittenden et al. (2012), Water Treatment Principles and Design , 3rd edition, John Wiley & Sons, New York, 2012

Edzwald, J. (2011), Water Quality & Treatment , 6th edition, McGraw Hill, New York, 2011

McGraw-Hill; 4th edition (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse

Fourth Edition by Metcalf & Eddy, Inc.

Gujer, Willi (2007). Siedlungswasserwirtschaft. Springer, 3., bearb. Aufl.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Jörg Drewes (jdrewes@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Water and Wastewater Treatment Engineering (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Drewes J [L], Drewes J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38024: Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik | Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen in Bereichen weitergehende Wasserreinigung und Anaerobtechnik, Wasserwiederverwendung und Energierückgewinnung aus urbanen Reststoffströmen verstanden wurde und für die korrekte Anwendung der unterschiedlichen Verfahrensansätze (u.a. Verfahrenskonzepte zur Anaerobtechnik und Energierückgewinnung) vergleichend analysiert und bewertet werden können. Anhand praxisbezogener Problemstellungen können sie die Anwendung von Standortanalysen für die Wasserwiederverwendung sowie die im Zusammenhang stehenden Gefährdungspotentiale erklären und unter Berücksichtigung des technischen Regelwerks und der gesetzlichen Anforderungen die Entwicklung von Prozessoptimierungen fallspezifisch darstellen.

Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

Für die Klausur sind bis auf einen nichtprogrammierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Water and Wastewater Treatment Engineering

### **Inhalt:**

- Einführung, Gesetzliche und technische Anforderungen zur Wasserwiederverwendung und Meerwasserentsalzung
- Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung für nicht-Trinkwasserzwecke
- Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung zu Trinkwasserzwecken
- Weitergehende Wasseraufbereitungsverfahren: Ozon und Advanced Oxidation Processes (AOPs), Adsorption an Aktivkohle (PAC, GAC), Hochdruckmembranverfahren (Nanofiltration, Umkehrosmose)
- Risikobewertung
- Grundlagen des anaeroben Abbaus
- Modellierung anaerober Abbauprozesse
- Klärschlammbehandlung (Einführung, Landwirtschaftliche und thermische Verwertung, Phosphorrückgewinnung)
- Substratvorbehandlung zum verbesserten anaeroben Abbau
- Co-Vergärung
- Deammonifikation und CANDO
- Power-to-Gas

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, Anlagen zur Wasserwiederverwendung zu verstehen und bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit zu analysieren und zu bewerten. Zudem sind sie in der Lage, die Standortanalyse unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten anzuwenden, um Gefährdungspotentiale zu bewerten und auf Basis des technischen Regelwerks und gesetzlichen Anforderungen Prozessoptimierungen zu entwickeln.

Darüber hinaus sind die Studierenden nach der erfolgreichen Teilnahme in der Lage, sich an die grundlegenden Verfahrenskonzepte zur Anaerobtechnik und Energierückgewinnung zu erinnern, passende Verfahren für unterschiedlichen Fragestellungen auszuwählen und anzuwenden, die jeweiligen Vor und Nachteile der unterschiedlichen Verfahren für die konkrete Anwendung zu analysieren und vergleichend zu bewerten sowie einfache Ansätze zur Berechnung und Dimensionierung derer zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen. Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Präsentationen in den Vorlesungen vermittelt. Mittels Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze für die korrekte Anwendung der erlernten Verfahrensansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. In der anschließenden Übung wenden die Studierenden das Gelernte auf weitergehende Aufgaben

an. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen, Tafel, Übungen in Moodle

**Literatur:**

Wird über Moodle bereitgestellt

**Modulverantwortliche(r):**

Jörg Drewes (j.drewes@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU38011: Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement | Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die schriftliche Prüfung (120 min) besteht aus allgemeinen Fragen sowie Berechnungen. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen zur Thematik verstanden wurden sowie die verschiedenen Regelwerke angewendet werden können. Mit den Berechnungsaufgaben wird geprüft, ob die Studierenden den Umgang mit Niederschlagsabflüssen richtig bewerten und Lösungskonzepte entwickeln können, um diese zu bewirtschaften. Es wird geprüft, ob die Studierenden Bau- und Sanierungsstrategien von Kanälen und ihrer Sonderbauwerke entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

In der Klausur darf die in der Vorlesung ausgegebene Formelsammlung sowie ein Taschenrechner verwendet werden.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul (BGU38016)

Siedlungswasserwirtschaft Projektkurs (BGU38020)

**Inhalt:**

Einführung in Kanalsysteme, rechtliche Grundlagen, Bemessung von Kanalnetzen, Bauwerke inkl. Sonderbauwerke der Kanalisation, Planung und Bau und Betrieb von Kanälen, Sanierungsarten und -strategien, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, dezentrale- und zentrale Bewirtschaftung von Regenwasser, Planung, Bau und Betrieb von Regenwasserspeicherung, -versickerung, -behandlung und -nutzung.

**Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Planung von Kanalnetzen zur Abwasserableitung sowie deren Betrieb zu bewerten. Dazu können sie einfache Kostenvergleiche anstellen.

Die Studierenden sind in der Lage, den ganzheitlichen Umgang mit Niederschlagswasser zu bewerten. Sie erlangen Kenntnis von Aufbereitungstechniken und Nutzungsmöglichkeiten. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Regenwasser sowohl qualitativ als auch quantitativ zu bewerten und Vorschläge zur Bewirtschaftung von Regenwasser zu entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage Bau-, Sanierungs- und Instandhaltungsstrategien für Kanäle und ihre Sonderbauwerke zu entwickeln und umzusetzen. Kosten der Kanalisation sowie von Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen werden verstanden und einfache Kostenvergleiche können entwickelt werden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die theoretischen Grundlagen werden im Rahmen von Vorlesungen mittels Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Zum Verständnis der Grundlagen werden während der Vorlesungen Übungen zur Berechnung in Anlehnung an die deutschen Regelwerke durchgeführt.

Im Rahmen des Moduls findet eine kleine Exkursion zu Stadtentwässerungsanlagen statt, um Vor-Ort-Erfahrungen bildlich darzustellen.

**Medienform:**

Beamer, Powerpoint und Tafel, Exkursion

**Literatur:**

DIN 1986-100: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, 2008

DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 2006

DWA –A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen, 2013

DWA-A 166: Bauwerke zur zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung, 2013

DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005

DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, 2007

DWA-M 158: Bauwerke der Kanalisation – Beispiele, 2006

DWA-M 159: Kriterien zur Materialauswahl für Abwasserleitungen und –kanäle, 2005

DWA A-105: Hinweise für die Wahl des Entwässerungsverfahrens (Mischverfahren/ Trennverfahren)

DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, 2012



**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Helmreich, Brigitte; b.helmreich@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38021: Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung | Industrial Wastewater Treatment and Reuse

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen im Bereich der industriellen Abwasserreinigung, Wasserrückgewinnung und -wiederverwertung sowie integrierten Umweltschutzmaßnahmen in industriellen Betrieben verstanden wurde und unterschiedliche Verfahrensansätze vergleichend angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, teils kurze Rechenaufgaben.

Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Teilnahme an Vorlesung "Siedlungswasser- Grundmodul" (BGU38016) und „Water and Wastewater Treatment Engineering“ (BGU38014).

Grundvoraussetzung ist Kenntnis der Grundlagen in der Abwasserreinigung

**Inhalt:**

Inhalt der Vorlesung sind die Definition von Abwasserströmen und Komplexität der Abwässer verschiedenster Industriebetriebe mit überwiegend organischen oder anorganischen Inhaltsstoffen. Gesetzliche Regelungen, prozess- und produktionsintegrierter Umweltschutz, End-of-pipe Technologie gehören ebenso zum Inhalt der Vorlesung wie mechanische, chemische und physikalische Behandlungsverfahren, aerobe und anaerobe biologische Abwasserreinigung (Spezialverfahren). Anhand von Beispielen aus verschiedenen Industriebetrieben werden sowohl integrierte Umweltschutzmaßnahmen, Abwasserreinigung wie auch Abwasserwiederverwertung erläutert.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, Gesetzliche Regelungen der Industrieabwasserbehandlung in Deutschland zu kennen und anzuwenden, Möglichkeiten von integrierten Umweltschutzmaßnahmen sowie Abwasserreinigungsverfahren in der Industrie zu bewerten. Besonderheiten industrieller Abwässer im Vergleich zu häuslichem Abwasser sind dabei zu berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage Vorschläge mit dem Umgang industrieller Abwässer zu machen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Mittels Beispielen aus Industriebetrieben und Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. Anhand der in Moodle bereit gestellten Vorlesungsunterlagen kann das Gelernte wiederholt und verinnerlicht werden. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

**Medienform:**

Beamer, Tafel, Vorlesungsfolien

**Literatur:**

Vorlesungsfolien als pdf in moodle

**Modulverantwortliche(r):**

Helmreich, Brigitte

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Helmreich, Brigitte

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38022T2: Praktische Aspekte Natürlicher Aufbereitungsverfahren | Practical Aspects of Engineered Natural Treatment Systems

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Kompetenz zur Umsetzung der Laboranalysen und zur Bewertung der Ergebnisse soll in Form eines gemeinsamen Praktikumsberichts der Gruppe als Studienleistung nachgewiesen werden. Die Prüfungsleistung wird im Rahmen einer 60 minütigen Klausur erbracht. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen und Mechanismen verschiedener natürlicher Aufbereitungsverfahren verstanden wurden und einfache Anlagen anhand bestehender Regelungen geplant und ausgelegt werden können. Die Antworten erfordern überwiegend eigene Formulierungen, wobei auch Fragen zum Ankreuzen von vorgegebenen Einfach- oder Mehrfachantworten und Rechenaufgaben gestellt werden. Neben einem nicht programmierbaren Taschenrechner sind keine weiteren Hilfsmittel zugelassen. Notwendige Unterlagen werden während der Klausur zur Verfügung gestellt.

Die Klausur bildet zugleich die Basis zur Benotung des Moduls.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering

#### Inhalt:

In diesem Modul sollen Prozesse und Anwendungen natürlicher Aufbereitungsverfahren vermittelt werden. Wesentliche abiotische Eliminationsprozesse und mikrobielle Umsetzungsprozesse in natürlichen Verfahren werden zunächst allgemein diskutiert und anschließend bezogen auf die konkreten Anwendungen von Horizontal- und Vertikalfiltern in Pflanzenkläranlagen, der

Uferfiltration und verschiedene Anwendungen der Grundwasseranreicherung besprochen. Zudem werden grundlegende Kenntnisse zu enzymatischen Reaktionen vermittelt. Das Modul umfasst zusätzlich ingenieurtechnische Aspekte der Planung und des Betriebs von natürlichen Aufbereitungsverfahren sowie Inhalte aus der aktuellen Forschung zur Optimierung natürlicher Aufbereitungsverfahren und zu deren Kombination mit anderen Verfahren im Rahmen einer Wasserwiederverwendung. Praktische Aspekte umfassen eine Beurteilung der Reinigungsleistung und die mikrobielle/enzymatische Charakterisierung der Verfahren.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die wesentlichen Mechanismen und Einflussgrößen zur Entfernung von Wasserinhaltsstoffen in natürlichen Verfahren zu beschreiben
- Mikrobielle und enzymatische Prozesse und deren Dynamik in natürlichen Aufbereitungsverfahren zu erklären
- Basierend auf vorhandenen Auslegungsgrößen ein Design für eine dezentrale Pflanzenkläranlage auszuwählen
- Die wesentlichen Methoden und Einsatzbereiche der Uferfiltration und der künstlichen Grundwasseranreicherung zu charakterisieren und deren Potential zur Gestaltung einer zukünftigen Wasserwirtschaft zu diskutieren
- Die Leistung von ausgewählten natürlichen Verfahren mit Hilfe von analytischen Methoden zu überprüfen
- Enzymatische Prozesse und Aktivitäten in natürlichen Systemen zu messen und deren Ergebnisse einzuordnen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul gliedert sich in ein Seminar mit anschließendem Praktikum. Im Seminar werden die Inhalte in Form einer Vorlesung mit Diskussion vermittelt. Darüber hinaus werden ausgewählte Themen von den Studierenden in Gruppenarbeit erarbeitet. Zusätzliche Exkursionen dienen der Vertiefung und Diskussion der gelernten Inhalte. Im Praktikum lernen die Studierenden, die Leistungsfähigkeit einer Anlage anhand von Analysen zu bestimmen und zu beurteilen. Zudem werden weiterführende Analysen durchgeführt, um ein besseres Verständnis der Prozesse zu erreichen.

### **Medienform:**

Präsentationen, Gruppenarbeit, Experiment

### **Literatur:**

Wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Uwe Hübner

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Natürliche Aufbereitungsverfahren (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Hübner U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38023: Natürliche Aufbereitungsverfahren | Engineered Natural Treatment Systems

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird im Rahmen einer 60 minütigen Klausur erbracht. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen und Mechanismen verschiedener natürlicher Aufbereitungsverfahren verstanden wurden und einfache Anlagen anhand bestehender Regelungen geplant und ausgelegt werden können. Die Antworten erfordern überwiegend eigene Formulierungen, wobei auch Fragen zum Ankreuzen von vorgegebenen Einfach- oder Mehrfachantworten und Rechenaufgaben gestellt werden. Neben einem nicht programmierbaren Taschenrechner sind keine weiteren Hilfsmittel zugelassen. Notwendige Unterlagen werden während der Klausur zur Verfügung gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering

#### Inhalt:

In diesem Modul sollen Prozesse und Anwendungen natürlicher Aufbereitungsverfahren vermittelt werden. Wesentliche abiotische Eliminationsprozesse und mikrobielle Umsetzungsprozesse in natürlichen Verfahren werden zunächst allgemein diskutiert und anschließend bezogen auf die konkreten Anwendungen von Horizontal- und Vertikalfiltern in Pflanzenkläranlagen, der Uferfiltration und verschiedene Anwendungen der Grundwasseranreicherung besprochen. Das Modul umfasst zusätzlich ingenieurtechnische Aspekte der Planung und des Betriebs von natürlichen Aufbereitungsverfahren sowie Inhalte aus der aktuellen Forschung zur Optimierung

natürlicher Aufbereitungsverfahren und zu deren Kombination mit anderen Verfahren im Rahmen einer Wasserwiederverwendung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die wesentlichen Mechanismen und Einflussgrößen zur Entfernung von Wasserinhaltsstoffen in natürlichen Verfahren zu beschreiben
- Mikrobielle Prozesse und deren Dynamik in natürlichen Aufbereitungsverfahren zu erklären
- Basierend auf vorhandenen Auslegungsgrößen ein Design für eine dezentrale Pflanzenkläranlage auszuwählen
- Die wesentlichen Methoden und Einsatzbereiche der Uferfiltration und der künstlichen Grundwasseranreicherung zu charakterisieren und deren Potential zur Gestaltung einer zukünftigen Wasserwirtschaft zu diskutieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Modulveranstaltung wird in Form eines Seminars angeboten, in dem die Inhalte in Form einer Vorlesung mit Diskussion vermittelt werden. Darüber hinaus werden gezielt Inhalte von den Studierenden in Gruppenarbeit erarbeitet. Zusätzliche Exkursionen dienen der Vertiefung und Diskussion der gelernten Inhalte.

**Medienform:**

Präsentationen, Gruppenarbeit

**Literatur:**

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Modulverantwortliche(r):**

Hübner, Uwe (u.huebner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Natürliche Aufbereitungsverfahren (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Hübner U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU38025: Planung und Betrieb von Kläranlagen | Design and Operation of Wastewater Treatment Plants

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen, Werkzeuge und Normen für die Planung und den Bau von kommunalen Kläranlagen verstanden wurden, komprimiert wiedergegeben und angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und angewandt werden. Neben den Normen zur Anlagendimensionierung werden auch die Planungsabläufe und die Regeln zur grundlegenden Anlagengestaltung abgefragt

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten.

In der Klausur sind Hilfsmittel in Papierform zugelassen. Nicht zugelassen sind elektronische Hilfsmittel (außer Taschenrechner) und der Zugang zu Netzen (Internet).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Siedlungswasserwirtschaft (BGU38016)

Projektkurs Siedlungswasserwirtschaft (BGU38020)

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

**Inhalt:**

- Grundlegende Verfahren der Abwasserreinigung, Vorgehen bei der Planung (Leistungsphasen), Ausschreibungs- und Betriebsarten
- Konzeptionierung, Dimensionierung, Entwurf, Positionierung und Lage von Anlagen, Grundlagen des Baus, Elemente einer Kläranlage,
- Ergänzende Elemente, Nebenbetriebsanlagen, Analytik und Überwachung
- Exkursion Kläranlage
- Anlagenoptimierung, Anlagensanierung, Besondere Fragestellungen

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der Veranstaltung in der Lage, Kläranlagen zu konzipieren und auszulegen. Sie können die grundlegenden Methoden der Abwasserreinigung beschreiben und sind in der Lage, Konzeption und Planung einer Kläranlage analog der Vorgehensweise nach den Leistungsphasen 1 bis 9 der HOAI zu entwickeln. Neben den Anlagenteilen zur eigentlichen Abwasserreinigung (Reinigungsstufen) sind die Studierenden auch in der Lage, die erforderlichen Nebenbetriebe einer Kläranlage zu benennen und einzuordnen. Weiterhin werden die Studierenden die technischen Regelwerke und gesetzlichen Anforderungen kennen und basierend auf diesen bestehende Anlagen optimieren können.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung findet im Rahmen einer Vorlesung statt. Durch den Besuch einer bestehenden Anlage werden das Erlernte und der praktische Betrieb einer Anlage darüber hinaus weiter veranschaulicht.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen; Übungen während der Vorlesung und via Moodle

**Literatur:**

Bundesrepublik Deutschland (2013): Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Berlin

DIN Normenausschuss Bauwesen (2016): DIN 18205 Bedarfsplanung im Bauwesen. Berlin

DWA (2016): DWA-A 131 Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Arbeitsblatt. Hennef

**Modulverantwortliche(r):**

Hübner, Uwe (u.huebner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Planung und Betrieb von Kläranlagen (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Böhm B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38027: Exkursionen Siedlungswasserwirtschaft | Field Trips Urban Water Systems Engineering

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer (schriftlichen) wissenschaftlichen Ausarbeitung zu einer ausgewählten Anlage, die gemeinsam in kleinen Gruppen erstellt wird. Durch Ausarbeitung zu einer zuvor selbst ausgewählten Anlage beweisen die Studierenden, dass sie zu einer tiefergehenden Auseinandersetzung mit der Thematik und zur Anwendung des zuvor in Vorlesungen erworbenen Wissens in der Lage sind.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Water and Wastewater Treatment Engineering
- Anaerobic Processes and Energy Recovery
- Advanced Water Treatment Engineering and Reuse

#### Inhalt:

Das Hauptaugenmerk des Wahlmoduls liegt auf der praxisnahen Wissensvermittlung. Dabei werden ausgewählte siedlungswasserwirtschaftliche Anlagen und Bauten besichtigt. Das Programm wird zu Beginn eines jeden Semesters neu festgelegt, um stets auf aktuelle Entwicklungen reagieren zu können (z.B. Besichtigung einer Kläranlage in Bau) und den Studierenden ein möglichst breites Spektrum an Einblicken zu ermöglichen. Zur Auswahl stehen u.a. Besichtigungen von folgenden Anlagen/Bauten:

- Wasserfassungen, Wasserwerke
- städtische Kanalisation, Regenrückhaltebecken

- Kommunale und industrielle Kläranlagen, Wasseraufbereitungsanlagen und Anlagen zum Wasserrecycling
- Anlagen zum Regenwassermanagement im urbanen Raum
- Biogasanlagen und Kompostierwerke
- Anlagen zur thermischen Verwertung von Klärschlamm
- Deponiesickerwasseraufbereitung

**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- die grundlegenden Verfahrenskonzepte der besichtigten Anlagen zu verstehen,
- die unterschiedlichen Verfahren für die konkrete Anwendung zu analysieren,
- sowie Schlussfolgerungen auf andere ähnliche Anlagen zu übertragen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die erfolgreiche Wissensvermittlung erfordert in diesem Fall eine aktive Teilnahme der Studierenden. Durch eine intensive Auseinandersetzung mit den während der Besichtigung bereitgestellten Informationen und die Interaktion mit dem Experten vor Ort ist ein Verständnisszuwachs über die aus den Lehrveranstaltungen bekannten Inhalte hinaus möglich. Bei der Besichtigung von siedlungswasserwirtschaftlich relevanten Anlagen und Bauten werden die in den empfohlenen Veranstaltungen in der Theorie vermittelten Inhalte anhand praxisnaher Beispiele veranschaulicht, wodurch die Studierenden das komplexe Zusammenspiel von Verfahrenstechnik, sowie biologischen und chemischen Prozessen besser verstehen. Bei der Erstellung der Berichte kann nach Bedarf auch auf die Expertise der jeweiligen Exkursionsverantwortlichen zurückgegriffen werden.

**Medienform:**

Exkursion

**Literatur:**

keine

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Konrad Koch, k.koch@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38028: Prozesssimulation und Design von Kläranlagen | Water Resource Recovery Process Simulation and Design

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>67 | <b>Präsenzstunden:</b><br>23         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Erreichung der Lernergebnisse des Kurses wird durch zwei freiwillige Mid-terms und eine benotete Projektarbeit geprüft.

Für das Projekt werden die Studierenden mit der dynamischen Simulationssoftware BioWin ein Modell eines realen Abwasserbehandlungssystems entwickeln und verschiedene Optionen für eine wesentliche Aufrüstung der Anlage zum Erreichen neuer Einleitungsziele auswerten. Die Fähigkeiten der Studierenden, die die Theorie der Abwasserbehandlung aus den Vorlesungen in der Entwicklung von Behandlungssystemmodellen anzuwenden, Simulationen durchzuführen, Simulationsergebnisse in grafischer und tabellarischer Form zu analysieren und zu präsentieren und die Konstruktionsentwürfe zu formulieren, wird getestet. Im finalen Projekt wird auch die Fähigkeit der Studierenden geprüft, die Rolle der wichtigsten Prozesse zur Rückgewinnung von Ressourcen bei der Erreichung von Behandlungszielen zu erklären sowie die Designansätze und die operativen Kontrollparameter für diese Prozesse zu beschreiben.

Der erste freiwillige Zwischenprüfung wird auch die Fähigkeiten der Studierenden beurteilen, Abwasserbehandlungsprozesse mit BioWin zu modellieren. Allerdings wird die Modellierungsaufgabe weiter eingeschränkt als für das abschließende Projekt, und der Schwerpunkt liegt auf der Beurteilung der Fortschritte der Studierenden bei der Beherrschung der BioWin-Plattform. Die Fertigstellung der Modellentwicklung und Simulationen sowie die Vorbereitung des schriftlichen Berichts sollen 8 bis 10 Stunden dauern.

Für die zweite freiwillige Aufgabe werden die Studierenden einzeln oder paarweise arbeiten, um ein Modellierungs-Tutorial zu entwickeln. Die Studierenden präsentieren Hintergrundinformationen über das Modell, das gelehrt wird, und die modellierte Abwasserbehandlung und führen ihre Kommilitonen durch die Fertigstellung des Tutorials. Der erfolgreiche Abschluss der freiwilligen Zwischenprüfungen führt zu einer Verbesserung von 0,3 in der Modulgesamtnote.

## **Wiederholungsmöglichkeit:**

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Water and Wastewater Treatment Engineering

### **Inhalt:**

Dieser Kurs verknüpft die Theorie der Abwasserbehandlung aus dem Modul Water and Wastewater Treatment Engineering mit der ingenieurtechnischen Praxis zu Design und Simulation von Prozessen in Kläranlagen. Wesentliche Konzepte im Zusammenhang mit der Planung und dem Betrieb von entscheidender Prozesse (einschließlich Belebungsstufe, Nitrifikation, biologische Nährstoffentfernung, Rieselfilter, anaerobe Behandlung und Verfahren der Schwebstoffabtrennung) werden behandelt. Darüber hinaus wird der Kurs den Studierenden das dynamische Modellierungs-Softwarepaket (BioWin) vorstellen. Die Studierenden lernen die Anwendung ingenieurstechnischer Ansätze zur Modellierung von Kläranlagen und zur Simulation deren Leistung mit Hilfe der Software BioWin.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Auf Basis von Behandlungs- und Rückgewinnungszielen angepasste Fließschemata für Kläranlagen zu entwickeln und die Rolle der verschiedenen Behandlungsstufen zu erklären,
- Die wesentlichen Ansätze und Steuerungsparameter für die Auslegung von Behandlungs- und Rückgewinnungsprozessen zu beschreiben,
- Mit Hilfe der dynamischen Simulationssoftware BioWin Modelle von Kläranlagen zu erstellen und stationäre und dynamische Simulationen der Leistung bei konstantem und variable Zulaufbedingungen durchzuführen,
- Datentabellen und Abbildungen mit BioWin zu erstellen und Modellentwicklung in BioWin in Form eines Berichts zu beschreiben,
- Simulationsergebnisse zu bewerten und darauf basierend Empfehlungen für eine ingenieurtechnische Auslegung zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen und aktive Übungen zur Problemlösung werden kombiniert, um die Prinzipien der wichtigsten Behandlungsverfahren zu vermitteln, damit sichergestellt wird, dass alle Studierenden den notwendigen Hintergrund haben, um sinnvolle Modelle zu erstellen und nützliche Simulationen durchzuführen. Hands-on Tutorials werden verwendet, um den Studierenden zu zeigen, wie Modelle von Abwasserbehandlungssystemen aufbaut und Simulationen mit der von vielen Ingenieurbüro verwendeten Software BioWin durchgeführt werden können. Die Studierenden werden auch einzeln oder zu zweit daran arbeiten, neue Tutorials für zusätzliche Modellfunktionen zu entwickeln. Die Studierenden werden Aufgaben zur Abwasserbehandlung und zum Design von Anlagen ausarbeiten und ein eigenes Projekt entwickeln, um Fähigkeiten der Modellierung und kreative Problemlösungskompetenz zu fördern.

**Medienform:**

Modellierung und Tutorials am PC

**Literatur:**

Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Fifth Edition, Metcalf and Eddy, Inc. (M&E) by G. Tchobanoglous, F. L. Burton, and H. D. Stensel, ISBN-13: 978-0-07-340118-8

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Jennifer Becker

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38029: Angewandtes Labor zur Weitergehenden Wasserbehandlung | Unit Operations Laboratory on Advanced Water Treatment

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer Laborleistung abgeschlossen. Diese setzt sich aus den mündlichen Vorbesprechungen (briefings) zur Vorbereitung der Versuche (20%), der aktiven Mitarbeit im Praktikum (40%) sowie einem Bericht (40%) über die Versuche zusammen. Durch die Beantwortung von Fragen zu Beginn der Experimente weisen die Studierenden nach, dass sie die Zielstellungen und Verfahrensprinzipien der jeweiligen Prozesse kennen und wesentliche Einflussgrößen für die Anwendung im Abwasser benennen und erläutern können. Die aktive Mitarbeit bei den Experimenten ist der Nachweis, dass die experimentellen Ansätze gemäß der Handreichung umgesetzt werden können. Die Note für den Bericht setzt sich aus einem individuellen Teil für Teams von je 2 Studierenden, die einen einzelnen Versuch auswerten und diskutieren (80%) und einer Gruppennote für den gemeinsamen Bericht über alle Versuche (20%) zusammen. Die Studierenden zeigen durch den Bericht, dass sie die eigenen Ergebnisse kritisch auswerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014);  
Advanced Water Treatment and Reuse (BGU38010)



**Inhalt:**

Untersuchung der Leistungsfähigkeit und Feststellung von Auslegungsgrößen für verschiedene Verfahren der weitergehenden Wasserbehandlung zur Anwendung in gereinigtem Abwasser:

- Ozonierung/Weitergehende Oxidationsverfahren (Advanced oxidation processes, AOPs)
- Hochdruckmembranprozesse
- Adsorption an Aktivkohle (PAK/GAK)
- Biofiltration

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem angewandten Labor sind die Studierenden in der Lage

- Wesentliche Zielstellungen und Prinzipien der Ozonierung, weitergehender Oxidationsverfahren, der Hochdruckmembranverfahren, der Adsorption an Aktivkohle und der Biofiltration für die weitergehende Wasserbehandlung zu beschreiben,
- Wesentliche Einflussgrößen für die Verfahren der weitergehenden Wasserbehandlung zu benennen und ihre Relevanz für die Anwendung in Abwasser zu diskutieren,
- Einfache Tests zur Untersuchung der Effizienz verschiedener Prozesse anzuwenden und
- Testergebnisse im Hinblick auf den Einfluss von Prozessparametern und Wasserqualität auf die Effizienz der Verfahren kritisch auszuwerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Dieses angewandte Labor ist als Ergänzung zur Vorlesung „Advanced Water Treatment and Reuse“ angelegt. In vier Experimenten lernen die Studierenden die Durchführung und Auswertung praktischer Versuche. Um die Abläufe im Labor zu erlernen und zu üben, bereiten sich die Studenten vor den Versuchen anhand von Versuchsanleitungen detailliert vor und arbeiten dann im Labor unter Anleitung eines Dozenten in Teams von 2-6 Studierenden. Die Ergebnisse der durchgeführten Experimente werden abschließend mit dem Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Kurze ppt Präsentationen, peer instruction, Laborarbeit

**Literatur:**

Praktikumsskript

**Modulverantwortliche(r):**

Hübner, Uwe

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV180004: Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen | Modelling of Water Quality in Aquatic Systems**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise bei der Modellierung aquatischer Systeme verstanden wurde. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils eine grafische Visualisierung, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Modellierungs- bzw. Rechenaufgaben liegt. Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlegendes Verständnis aquatischer Systeme sowie elementare mathematische, physikalische und chemische Kenntnisse werden vorausgesetzt.

#### **Inhalt:**

1. EINFÜHRUNG. Natürliche und technische aquatische Systeme: Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Trinkwasseraufbereitungs- und Abwasserreinigungsverfahren. Ansätze zur mathematischen Modellierung aquatischer Systeme: Grundlagen der Strömungsmechanik und Massenbilanzen.

2. REAKTIONSTECHNIK. Reaktionskinetik und -ordnungen. Reaktionssysteme: Rührkessel und Pfropfenstromreaktor, Rührkesselskaskade. Hydraulische Verweilzeit und deren Summen- und Dichtefunktion. Reaktoranalyse.

3. EINFACHES MODEL ZU MODELLIERUNG DER BIOGASPRODUKTION. Einpflegen eines einfachen Modells in Excel. Einige nützliche Tool. Erste Modellierungserfahrungen.

4. AQUASIM. Kurze Einführung in die Software. Einpflegen eines einfachen Modells für einen Fluss mit Nitrifikation und Biomassesterben. Kalibrierung der Modellparameter. Kritische Betrachtung von Messwerten und Modelloutputs.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, sich an die Herangehensweise für einfach Modelle zu erinnern, entsprechende Bilanzen aufzustellen und zu analysieren, sowie einfache Simulationen durchzuführen und eigene Ansätze zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung wird als Präsentation gehalten, mit unterstützenden Erläuterungen an der Tafel. In kleinen Übungen mit kommerzieller (Excel) bzw. Spezialsoftware (AquaSIM) sollen die Studierenden das Gelernte allein oder in kleinen Gruppen anwenden. Die Lösungen werden in Anschluss gemeinsam diskutiert und analysiert.

### **Medienform:**

Tafel, Beamer, Computer

### **Literatur:**

Chapra S. C. (2008) Surface Water-Quality Modeling. Waveland Press Inc, Long Grove.

Maniak, U. (1997) Hydrologie und Wasserwirtschaft - Eine Einführung für Ingenieure. Springer Verlag, Heidelberg.

Reichert, P. (1998) AQUASIM 2.0 – User Manual. Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), Dübendorf.

Wichern, M. (2010): Mathematische Simulation biochemischer Prozesse in der Siedlungswasserwirtschaft, Oldenbourg Industrieverlag, München.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Konrad Koch, k.koch@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modelling of aquatic systems (Modellierung aquatischer Systeme) (Vorlesung, 2 SWS)

Koch K [L], Koch K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180006: Hydrochemie | Hydrochemistry

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen schriftlichen Klausur. In der schriftlichen Prüfung erbringen die Studierenden den Nachweis, dass sie die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge der Wasserchemie verstanden haben und wesentliche Redox- und Korrosionsprozesse sowie Wasserinhaltsstoffe bewerten und erste Lösungsansätze zur Behandlung entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, teils Erstellung von Reaktionsgleichungen. In der Klausur ist ein Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie aus dem zweiten und dritten Semester des Bachelor Umweltingenieurwesen (oder äquivalent) sind Voraussetzung für das Verständnis der Vorlesungsinhalte.

#### Inhalt:

In der Vorlesung werden physikalische und chemische Grundlagen wie pH-Wert, Wasser als Reaktionspartner und Lösungsmittel, Säure- und Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, etc. vermittelt. Des Weiteren wird das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und sein Einfluss auf natürliche Wassersysteme vorgestellt. Ein Teil der Vorlesung beschäftigt sich zudem mit natürlichen und

anthropogenen Wasserinhaltsstoffen, ihre Herkunft und ihr Verbleib. Korrosionsprozesse sind ebenso Schwerpunkt der Vorlesung.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden verstehen die Grundlagen und Zusammenhänge wichtiger Wassereigenschaften und Wasserinhaltsstoffe. Sie können Redoxreaktionen anwenden und Korrosionsprozesse bewerten. Sie sind in der Lage natürliche und anthropogene organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe zu bewerten und daraus Behandlungsmethoden zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Theoretische Grundlagen der Wasserchemie werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Die erforderlichen Berechnungen werden durch Hörsaalübungen im Rahmen der Vorlesung anhand von praktischen Anwendungen veranschaulicht.

**Medienform:**

Beamer, board

**Literatur:**

Stumm, W., Morgan, J.J.: Aquatic Chemistry. John Wiley & Sons, 1996, 3rd ed., ISBN: 0-471-51184-6

Grohmann, A.N., Jekel, M., Grohmann, A., Szewzyk, R., Szewzyk, U.: Wasser. De Gruyter Verlag, 2011, ISBN 978-3-11-021308-9

Reemtsma, T., Jekel, M.: Organic Pollutants in the Water Cycle. Wiley-VCH, Weinheim, ISBN-10: 3-527-31297-8

**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Brigitte Helmreich (b.helmreich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrochemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Helmreich B [L], Helmreich B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180051: Hydrochemie Praktikum | Hydrochemistry Lab

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer Laborleistung abgeschlossen. Diese setzt sich zusammen aus einer mündlichen Prüfung zur Vorbereitung der Versuche (20%) in Form einer Befragung über die Versuchsanordnung und -durchführung, der Laborarbeit (60%) bestehend aus 20 Experimenten, sowie einem Bericht (20%) über die Versuche.

Durch die Beantwortung von Fragen zu Beginn der Experimente zeigen die Studierenden, dass sie für die Experimente ausreichend vorbereitet sind. Während der Experimente zeigen sie, dass sie in der Lage sind, die analytischen Methoden gemäß der Handreichung anzuwenden. Die Studierenden zeigen durch den Bericht, dass sie Labormethoden zur Bestimmung von Abwasser- und Trinkwasserparameter vertieft kennen und verstehen.

Eine Prüfungswiederholung ist nicht möglich, da die Leistung eine Teilnahme am Praktikum erfordert und die Plätze für das Praktikum beschränkt sind.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung (BGU38014), Weitergehende Wasserbehandlung und Wasser Recycling (BGU38010/BGU38024), Hydrochemistry (BV 180006)

#### Inhalt:

Bestimmung relevanter analytischer Abwasserparameter wie CSB, BSB, TOC, Nitrat, Ammonium werden in dem Praktikum vermittelt. Des Weiteren werden die Absetzbarkeit von Schlamm und der Schlammvolumenindex untersucht. Es erfolgt eine Phosphatbestimmung. Batch Tests für Nitrifikation werden von den Studierenden durchgeführt. Folgende relevante

Trinkwasserparameter werden bestimmt: pH-Wert, Leitfähigkeit, Wasserhärte, Natrium und Kalium mittels Atomabsorptionsspektrometrie, Chlorid und Sulfat bei Ionenchromatographie sowie kinetische Eisenoxidation.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, Umweltparameter im Labor zu bestimmen und zu bewerten, die zur Dimensionierung von Kläranlagen und Wasserversorgungen benötigt werden. Die Studierenden können außerdem die Batchtests zur Ermittlung der Nitrifikationsaktivität von Belebtschlamm anwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Übung. In der Laborübung lernen die Studierenden ganztags an 6 Versuchstagen in verschiedenen Versuchen die Durchführung verschiedener Analysetechniken und Tests. Um die Abläufe im Labor zu erlernen und zu üben, bereiten sich die Studierenden vor den Versuchen anhand von Versuchsanleitungen detailliert vor und arbeiten dann im Labor unter Anleitung eines Dozenten in Teams von 2 Studierenden. Die Ergebnisse der durchgeführten Experimente werden abschließend in Kleingruppen von 6 Studierenden mit dem Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Versuche im Labor

**Literatur:**

Praktikumsskript „Hydrochemistry Laboratory“

**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Brigitte Helmreich (b.helmreich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV380004: Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen | Microbiology of Groundwater Ecosystems**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Voraussetzung für den Besuch der Vorlesung sind Grundlagen in Ökologie und Mikrobiologie.

#### **Inhalt:**

Die Vorlesung beinhaltet

-eine Einführung in die Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen

"was unterscheidet sie

" poröse im Vergleich zu Karst-und zerklüftete Systeme

" Organismusrepertoire

"Energetische Einschränkungen

"Heterotrophie gegen Autotrophie

"Case study:Lithoautotrophe Ökosysteme in Kavernen (Frassassi, Movile)

-Mikrobiologische Grundlagen

" Wie ist eine bakterielle Zelle aufgebaut

" Wie wird Biomasse in Zellen umgewandelt - Anpassungseffizienzen

" Wachstum im Untergrund wie schnell reproduzieren Mikroben

" Transport- und Migrationsraten - wie schnell kann ein Bakterium schwimmen



-Mikroben in Grundwasser und Aquifer

- " Die Grenzen des Lebens
- " Räumliche und zeitliche Verteilung
- " sessil gegen ortsgebunden
- " Gibt es Biofilme in Aquiferen?
- " ruhend gegen aktiv
- " Case study: Verteilung von Bakterien in ursprünglichen (Anif) und kontaminierten (Flingern) Aquiferen

-Viren im Untergrund

- " Was ist ein Virus
- " Natürliche und pathogene Viren
- " Lytische gegen lysogenic Viren
- " Der virale Abzweig Komponenten des mikrobiellen Nahrungsnetz
- " Virale Kontrolle mikrobieller Aktivitäten
- " Case study: Der granitische Aquifer der ASPÖ Festgesteinslaboratorium in Schweden

-Mikrobielle Vielfalt im Untergrund

- " konzeptionelle Rahmenbedingungen
- " Methoden zur Untersuchung mikrobieller Vielfalt
- " Antriebskräfte
- " Case study: Ausgewählte Kohlenwasserstoffkontaminierte Aquifere

-Mikrobielle Aktivität im Untergrund

- " Aerobe gegen anaerobe Lebensgewohnheiten
- " Wichtige anaerobe Atmungen
- " Thermodynamische Einschränkungen
- " die wichtigsten Redoxprozesse
- " Case study: Das Terr Ölkontaminierte Aquifer in Flingern

-Trophe Interaktionen in Aquiferen

- " Syntrophie, Symbiosen
- " Mikrobielle Nahrungsnetze und trophische Kanäle
- " Protozoen, Fungi
- " Grundwasser-Fauna
- " Case study: Das Karstsystem von Rax und Schneealpe

-Funktion des Grundwasser Ökosystems

- " Wasserreinigung und Trinkwasserproduktion
- " Biologischer Abbau
- " Wasserausgleich und Grundwasserabhängige Ökosysteme
- " Mikroben als Bioindikatoren
- " Entwicklung von ökologischen Geräuschüberwachungsszenarien

" Case study: Das UBA Projekt

-Grundwasserverunreinigung und mikrobielle biologische Abbaubarkeit

" die wichtigsten Schadstoffe im Grundwasser

" künftige Schadstoffe

" Grundwasserrecht und EU-Wasserrahmenrichtlinie

" Was ist abbaubar und was nicht?

" Case study: Duftende Kohlenwasserstoffe

-Charakterisierung mikrobieller Lebensgemeinschaften

" Molekulare Analysen von Lebensgemeinschaften

" Identifizierung von Schlüsselfiguren

" Bestimmung von in situ Aktivitäten

" Markierung als ein Werkzeug zur Identifizierung von Schlüsselprozessen

-Leben im tiefen Untergrund

" Gibt es Leben unabhängig vom Festland?

" Radiolyse, geogene Elektronendonatoren

" Mikrobiologie tiefer geothermaler Wässer

-(Bio)Sanierungsstrategien für kontaminierte Grundwässer

" Injizierung von Elektronenakzeptoren/ -donatoren

" Biologischer Zuwachs

" Reaktive Grenzen

" Überwachung von natürlicher Schwächung

Dieses Modul kann als Ergänzung der Veranstaltungen "Grundlagen Ökologie" und "Mikrobiologie" betrachtet werden.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, die Mikrobiologie und Biogeochemie von Grundwasserökosystemen zu bewerten, was essentiell für das Verständnis von Untergrundprozessen inklusive der Formation geologischer Einheiten wie auch Transport und Abbau von Schadstoffen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Neben der klassischen Präsentation gibt es interaktive Arbeiten (wie z.B. Diskussion individueller Fragen und das Bearbeiten einzelner Übungen in kleinen Gruppen). Die Studierenden sind aktiv in die Lehre und den Lernprozess integriert. Dabei werden aktuelle Schulungswerkzeuge verwendet. Angewandte Übungen mit Problemen des täglichen Lebens und kurze Filme komplettieren die Vorlesung.

**Medienform:**

Beamer, zusätzlich Skripte

**Literatur:**

Allgemeine und einführende Literatur: Chappelle, F.H. (2000) Ground-Water Microbiology and Geochemistry, Wiley; Griebler, C. & Mösslacher, F. (2003) Grundwasser-Ökologie, UTB-Facultas, Wien. Specific literature will be distributed in form of scientific articles.

**Modulverantwortliche(r):**

Brigitte Helmreich (b.helmreich@bv.tu-muenchen.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CH3121: Analytische und Organische Umweltchemie | Analytical and Organic Environmental Chemistry

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

##### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

##### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Analytische Chemie I, Instrumentelle Analytik  
Fortgeschrittene analytische Verfahren mit Übungen  
Physikalische Chemie 1 (CH0655)  
Organische Chemie 2 (CH0939)

##### Inhalt:

##### Lernergebnisse:

##### Lehr- und Lernmethoden:

##### Medienform:

**Literatur:**

Environmental Organic Chemistry (Schwarzenbach, Imboden, Gschwend, 2017)

**Modulverantwortliche(r):**

Elsner, Martin; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW1969: Desalination | Desalination

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2013

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The theoretical knowlegde gained in the lecture is to be practically applied in exercise lessons by means of case studies. The exercises course also includes a laboratory course in which students carry out experiments with lab-scale desalination plants.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Physics, Thermodynamics and Heat and Mass Transfer.

#### Inhalt:

Potable water is one of the most valuable ressources we have on our earth. The "blue gold" is essential for any life. Potable water ressources are limited and water scarcity is a big challenge in many parts of the world already today and will become even more urgent in the future. Water desalination is one of the main technological answers to this challenge. Today, 80 Million Cubicmeter per day of Desalination Capacity is installed worldwide, showing exponential growth. This lecture wants to provide students with both basic theoretical and practical tools to be able to cope with engineering solutions to overcome the future lack of potable water. The focus will be on the thermodynamic and chemical properties of seawater, the wide range of different desalination technologies with a major on distillation and membrane processes, renewable energy and transient power supply in desalination, large and small scale applications and finally also on desalination-driven environmental aspects.

**Lernergebnisse:**

Having successfully passed the Desalination lecture the young engineers are able to understand, design and optimize desalination plants on their own. Furthermore they are sensitized for future technological challenges in desalination e.g. transient power supply for membrane processes. A deep understanding of the advantages and disadvantages of different desalination principles empower them not only to make viable decisions during plant design and construction but also to use their knowledge to further develop existing ideas. The students are prepared for solving engineering problems about potable water issues with a strong focus on desalination.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In the lecture, the subject matter is explained in an oral presentation. The exercises include both presentation and experimental investigations of the students themselves. The exercises put the main focus on deepening the understanding of the theoretical aspects taught in the lecture. Difficulties will be explained in detail and problems of understanding will be solved. The exercises are not obligatory but highly recommended also in view of the exam.

**Medienform:**

Oral presentations, Tablet-PC support, lab-scale desalination plants (solar stills) in laboratory courses, exercises as preparation for the final exam.

**Literatur:**

Lecture notes and transcript incl. references.

**Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Tutorial Desalination (MW1969) (Übung, 1 SWS)

Sattelmayer T [L], Spinnler M, Heithorst B

Desalination (MW1969) (Vorlesung, 2 SWS)

Sattelmayer T [L], Spinnler M, Heithorst B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 2: Water Resources Management | Field of Study 2: Water Resources Management

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU54009: Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement | Flood Risk and Flood Management [HWRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120minütigen Klausur. Erlaubtes Hilfsmittel ist nur ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner. Zur Berechnung notwendige Formeln werden mit der Prüfungsangabe ausgeteilt.

In der Klausur sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die Konzepte der hydrologischen Hochwassermodellierung und des Hochwasserrisikomanagements, unter Berücksichtigung der rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, erklären können. Anhand praxisbezogener Fragestellungen zu typischen Hochwasserereignissen wird nachgewiesen, dass die Studierenden die im Modul behandelten quantitativen Methoden zur Schadens und Risikobewertung sowie die risikobasierte Maßnahmenbewertung und Sensitivitätsanalyse rechnerisch korrekt anwenden sowie Hochwasserschutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität fallspezifisch bewerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Hydrologie (z.B. BGU54006),



Umweltmonitoring und Risikomanagement (z.B. BGU54007 oder BGU54025),  
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Risikoanalyse,  
Grundkenntnisse in Matlab

**Inhalt:**

Das Modul wird gemeinsam vom Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement sowie der Engineering Risk Analysis (ERA) Group gehalten. Die Bedeutung, der gesellschaftliche sowie politische Handlungsrahmen des Hochwasserrisikomanagements werden von der hydrologischen Seite her beleuchtet. Des Weiteren werden Methoden und Modelle für die hydrologische und hydraulische Modellierung von Hochwasserereignissen vom Lehrstuhl für Hydrologie präsentiert. Der Veranstaltungsteil von ERA beinhalten quantitative Methoden zur Analyse von Hochwasserschäden und –risiko und Methoden zur risikobasierten Bewertung bzw. Optimierung von Hochwasserschutzmaßnahmen. Die begleitenden Übungen vermitteln die für das Arbeiten notwendigen Kenntnisse in MATLAB und wenden diese auf Beispiele aus den Vorlesungen an (Lernergebnisse 6 und 7).

Vorlesungsteil Hydrologie und Flussgebietsmanagement:

- Sicherheit und Risiko
- Kreislauf des Risikomanagements
- Qualitative und quantitative Methoden zur Abschätzung des Hochwasserrisikos
- Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen: Verfahren zur Ermittlung von Bemessungswerten
- Hochwasserstatistik auf Basis von Messdaten
- Inhalt und Bedeutung der EU Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
- Versagen von Hochwasserschutzmaßnahmen
- Gefahrenszenarien für das Hochwasserrisikomanagement
- Risiko und Risikoakzeptanz: Dialog, Kommunikation und rechtliche Aspekte

Übungsteil: Hydrologie und Flussgebietsmanagement:

- Programmierung (MATLAB) und Anwendung eines gebräuchlichen einfachen Niederschlags-Abfluss Modells für die Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten.

Vorlesungs und Übungsteil: Quantitative Risikobewertung

- Bewertung/Optimierung der Schutzmaßnahmen (z.B. Kosten-Nutzen Analyse), Entscheidungsbildung, Risikoakzeptanz
- Bewertung von Hochwasserschäden
- Quantifizierung des Hochwasserrisikos
- Quantifizierung von Unsicherheit, Sensitivitätsanalyse
- Aspekte der langfristigen Planung: Nicht-Stationarität, Anpassungsfähigkeit

Die theoretische Konzepte der „Quantitative Risikobewertung“ werden in den Vorlesungen erklärt und in den Übungen an einfachen Beispielen mit Benutzung von MATLAB umgesetzt.

**Lernergebnisse:**

Nach Bestehen des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die grundlegenden Konzepte des Hochwasserrisikomanagements sowie die rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu verstehen,
- die Methoden zur hydrologischen Modellierung von Hochwasser auszuführen sowie
- die quantitativen Methoden zur Gefahren und Schadensbewertung, bzw. zum Hochwasserrisiko anzuwenden
- die Effektivität von Hochwasserschutzmaßnahmen zu bewerten und auszuwählen.
- eine Sensitivitätsanalyse anzuwenden
- die Programmiersprache MATLAB im fachspezifischen Umfeld des Hochwasserrisikomanagements zu handhaben.
- das hydrologische Wasserbilanzmodell LARSIM zur Lösung von Fragestellungen der Hochwasservorhersage anzuwenden.
- die theoretischen und mathematischen Konzepte programmiertechnisch zu strukturieren und umzusetzen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesung mit integrierter Übung.

Die theoretischen Grundlagen werden im Rahmen der Vorlesungen durch Präsentationen und vermittelt. Hierbei werden die Studierenden zum Studium der empfohlenen Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. In den integrierten Übungen werden konkrete Übungsaufgaben von den Studierenden eigenständig gelöst und die technischen Fertigkeiten im Umgang mit MATLAB und LARSIM geschärft. Dies geschieht in Einzel oder Gruppenarbeit. Freiwillige Hausaufgaben, die in Gruppen zu bearbeiten sind, unterstützen die Anwendungskompetenzen anhand von realistischen Fallbeispielen aus dem Hochwasserrisikomanagement.

### **Medienform:**

Power-Point-Präsentation,  
Blackboard,  
Computer Lab

### **Literatur:**

Flood Manager E-Learning (TU Hamburg-Harburg): <http://daad.wb.tu-harburg.de/homepage/>

Merz, B., J. Hall, M. Disse, and A. Schumann. "Fluvial Flood Risk Management in a Changing World." *Natural Hazards and Earth System Science* 10, no. 3 (March 16, 2010): 509–527. doi:10.5194/nhess-10-509-2010.

Rogger, M., Kohl, B., Pirkel, H., Viglione, A., Komma, J., Kirnbauer, R., Merz, R., Blöschl, G., 2012. Runoff models and flood frequency statistics for design flood estimation in Austria – Do they tell a consistent story? *J. Hydrol.* 456–457, 30–43.^

Bründl, M., Romang, H.E., Bischof, N., Rheinberger, C.M., 2009. The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 9, 801–813.

Pianosi, F., Wagener, T., Rougier, J., Freer, J., Hall, J., 2014. Sensitivity Analysis of Environmental Models: A Systematic Review with Practical Workflow, in: Vulnerability, Uncertainty, and Risk. American Society of Civil Engineers, pp. 290–299.

Weitere Literatur wird während des Moduls bekanntgegeben

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54011: Integriertes Wasserressourcen Management | Integrated Water Resources Management [IWRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist eine Klausur von 120 Minuten. Die Prüfung besteht aus offenen Fragen, Multiple-Choice-Fragen und vor allem Aufgaben, die kurze Berechnungen erfordern. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch kurze und präzise Antworten auf theoretische Fragen zeigen die Studierenden, dass sie die Prinzipien der integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung, verschiedene institutionelle Rollen in der Wasserwirtschaft in unterschiedlichen Ländern, Methoden und Instrumente der integrierten Wasserressourcenplanung und -managements sowie die Analyse und Bewertung von wasserbezogenen Entscheidungsproblemen verstanden haben. Der praktische Teil basiert auf Übungen mit dem Ziel, der Analyse und Anwendung eines vorläufigen IWRM-Plans, der Anwendung von Simulationswerkzeugen für ein Einzugsgebiet und der Anwendung der gängigsten Optimierungsmethoden bei Problemen im Bereich der Wasserressourcen verbunden sind. Dies ermöglicht die Verifizierung der Kompetenz der Studierenden zur Anwendung von grundlegenden IWRM-Konzepten, deren Fähigkeit, zwischen einer Reihe von Beckenmanagement-Tools und -Modellen zu unterscheiden und diese Konzepte (z. B. lineare und nichtlineare Optimierungswerkzeuge) für die Lösung von Problemen innerhalb eines begrenzten Zeitraums anzuwenden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Hydrologie

### **Inhalt:**

1. Einführung in das Wasserressourcenmanagement
  - Das Gesamtproblem und die wichtigsten Herausforderungen
  - Notwendigkeit eines optimierten Wasserressourcenmanagements
  - Systemkomponenten, Planungsskalen und Nachhaltigkeit
  - Planung und Management
2. Integriertes Wasserressourcenmanagement
  - Definition von IWRM
  - IWRM Geschichte und Grundsätze
  - Die Ermöglichung der Umgebung
  - Die institutionellen Rollen
  - Managementinstrumente
  - Wasserwirtschaft im Flussgebietsschuppen
  - IWRM und Kapazitätsentwicklung
3. Entscheidungsunterstützungssysteme
4. Wasserressourcen Planung und Management Flussgebietsmanagement Übersicht
  - Rahmen für Wasserplanung und -management
  - Modellierung von Wasserressourcen-Systemen
  - Planungs- und Managementmodelle des Flussgebiets
  - Modellierungsmethoden: Simulation, Optimierung, Mehrkriterienanalyse Teil IV Optimierung
  - Kurze Einführung in die Wirtschaft für Ingenieure
  - Einführung in die Optimierung
  - Berechnungsmethoden
  - Lineare Optimierung
  - Dynamische Optimierung
  - Multiobjektivoptimierung
5. Mehrkriterienanalyse
6. Ungewissheitsanalyse
  - Zeitreihenerzeugung
  - Sequent Peak Algorithmus und Reservoirmanagement

### **Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundsätze der integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung zu verstehen,
- verschiedene institutionelle Rollen in der Wasserwirtschaft in unterschiedlichen Ländern zu verstehen,
- lineare und nichtlineare Optimierungswerkzeuge anzuwenden,
- wasserbezogene Entscheidungsprobleme zu analysieren und zu bewerten,
- zwischen einer Reihe von Flussgebietsmanagement-Tools und Modellen zu unterscheiden
- Methoden und rechnergestützte Werkzeuge der integrierten Planung und Management von Wasserressourcen zu verstehen und anzuwenden

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung.

Das Lehrkonzept dieses Moduls basiert darauf, dass unterschiedliche Studienziele mit unterschiedlichen Ansätzen erreicht werden können. Während theoretische Konzepte und mathematische Gleichungen eine genaue Erklärung erfordern, die während der Vorlesungen vermittelt wird, erfordert das Verständnis eines Modells eigene praktische Erfahrung mit dessen Anwendung, die während der integrierten Übungen und der Hausaufgaben erreicht wird. Während der Vorlesungen werden die Studierenden die Theorie hinter den Modellen verstehen. Sie werden diese Modelle in den integrierten Übungen und den Hausaufgaben anwenden. Fallweise wird ein komplementärer theoretischer Hintergrund der Modelle in den Übungen vermittelt, um das Verständnis der zu verbessern. Auf diese Weise können sie am Ende des Moduls einerseits ein eigenes Modell von einem Flussgebiet erstellen und andererseits auch eine Analyse der verschiedenen Wasserzuweisungs- und Wasserressourcenmanagementstrategien durchführen, um ein Optimierungsproblem zu lösen und es für die wichtigsten Wasserressourcenprobleme Anzuwenden (optimale Wasserzuteilung, Speicherkapazität - Ausbeute, Reservoirs Betrieb und Grundwasserversorgung). Die Studierenden einen eigenen Laptop für die Computer-Übungen.

**Medienform:**

Power-Point-Presentation, Tafelanschrieb, Software

**Literatur:**

- Water Resources System Planning and Management (Daniel P. Loucks)
- Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC) Background paper on Integrated Water Resources Management
- <http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/Dublin-Rio-Principles/>
- Bonn 2011 Conference proceedings The Water, Energy and Food Security Nexus, Solutions for the Green Economy
- United Nations World Water Assessment Programme

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing Markus Disse [markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Integrated Water Resources Management (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Disse M [L], Chiogna G, Disse M, Gerner A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU38011: Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement | Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die schriftliche Prüfung (120 min) besteht aus allgemeinen Fragen sowie Berechnungen. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen zur Thematik verstanden wurden sowie die verschiedenen Regelwerke angewendet werden können. Mit den Berechnungsaufgaben wird geprüft, ob die Studierenden den Umgang mit Niederschlagsabflüssen richtig bewerten und Lösungskonzepte entwickeln können, um diese zu bewirtschaften. Es wird geprüft, ob die Studierenden Bau- und Sanierungsstrategien von Kanälen und ihrer Sonderbauwerke entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

In der Klausur darf die in der Vorlesung ausgegebene Formelsammlung sowie ein Taschenrechner verwendet werden.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul (BGU38016)

Siedlungswasserwirtschaft Projektkurs (BGU38020)

### **Inhalt:**

Einführung in Kanalsysteme, rechtliche Grundlagen, Bemessung von Kanalnetzen, Bauwerke inkl. Sonderbauwerke der Kanalisation, Planung und Bau und Betrieb von Kanälen, Sanierungsarten und -strategien, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, dezentrale- und zentrale Bewirtschaftung von Regenwasser, Planung, Bau und Betrieb von Regenwasserspeicherung, -versickerung, -behandlung und -nutzung.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Planung von Kanalnetzen zur Abwasserableitung sowie deren Betrieb zu bewerten. Dazu können sie einfache Kostenvergleiche anstellen.

Die Studierenden sind in der Lage, den ganzheitlichen Umgang mit Niederschlagswasser zu bewerten. Sie erlangen Kenntnis von Aufbereitungstechniken und Nutzungsmöglichkeiten. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Regenwasser sowohl qualitativ als auch quantitativ zu bewerten und Vorschläge zur Bewirtschaftung von Regenwasser zu entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage Bau-, Sanierungs- und Instandhaltungsstrategien für Kanäle und ihre Sonderbauwerke zu entwickeln und umzusetzen. Kosten der Kanalisation sowie von Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen werden verstanden und einfache Kostenvergleiche können entwickelt werden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die theoretischen Grundlagen werden im Rahmen von Vorlesungen mittels Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Zum Verständnis der Grundlagen werden während der Vorlesungen Übungen zur Berechnung in Anlehnung an die deutschen Regelwerke durchgeführt.

Im Rahmen des Moduls findet eine kleine Exkursion zu Stadtentwässerungsanlagen statt, um Vor-Ort-Erfahrungen bildlich darzustellen.

### **Medienform:**

Beamer, Powerpoint und Tafel, Exkursion

### **Literatur:**

DIN 1986-100: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, 2008

DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 2006

DWA –A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen, 2013

DWA-A 166: Bauwerke zur zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung, 2013

DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005

DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, 2007

DWA-M 158: Bauwerke der Kanalisation – Beispiele, 2006

DWA-M 159: Kriterien zur Materialauswahl für Abwasserleitungen und –kanäle, 2005

DWA A-105: Hinweise für die Wahl des Entwässerungsverfahrens (Mischverfahren/ Trennverfahren)

DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, 2012



**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Helmreich, Brigitte; b.helmreich@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46036: Wasserwirtschaft und Wasserkraft | Water Resources and Hydropower [WRHP]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt in einer schriftlichen Klausur von 120'. Die Klausur besteht aus theoretischen Fragen sowie Berechnungs- und Dimensionierungsaufgaben. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

In der Klausur sollen die Studierenden anhand theoretischer Fragen sowie praktischer Aufgaben nachweisen, dass sie konkrete Fragestellungen zur Planung und Konstruktion des Hochwasserschutzes anhand der behandelten Modelltechniken und Methoden der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung sowie anhand der Methoden der Nutzung von Wassermengen lösungsorientiert bearbeiten und den Einsatz möglicher Technologien (u.a. auch der Energiespeicherung) fallspezifisch einschätzen können (u.a. zum Zweck der Versorgung und der Energiegewinnung). Des Weiteren sollen sie in verschiedenen Fragen zu Bauelementen von Wasserkraftwerken die Wirkungsweise erklären aber auch die Konzeption und Dimensionierung solcher Werke für unterschiedliche Randbedingungen ableiten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fundierte Kenntnisse in Physik und Mathematik, sowie ein Besuch der Vorlesungen

- 1) "Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft" und
  - 2) "Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft"
- oder vergleichbarer grundständiger Vorlesungen.

**Inhalt:**

Das Modul bietet vertieftes Wissen in Prinzipien, Methoden und Technologien für den Umgang mit Wassermengen, seinen Einfluss auf den Hochwasserschutz sowie deren nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen für die Gewinnung von Energie aus Wasserkraft. Es umfasst quantitative Herangehensweisen an die Berechnung der Wassermengen sowie den Entwurf und die Dimensionierung der hierfür erforderlichen Anlagen für den Betrieb dazugehöriger Wasserspeicher, Wasserkraftwerke und der Energiespeicherung.

Im Teil Wasserwirtschaft lernen die Studierenden die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelltechniken der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung kennen und ihre Anwendung in der Praxis. Da sich die Wasserwirtschaft mit dem Aufzeichnen und Beschreiben der Verfügbarkeit von Wasservorkommen beschäftigt sowie mit Fragen des Hochwasserschutzes, zeigt der Kurs die Methoden, die nötig sind um planerische und konstruktive Aufgabenstellungen zu lösen.

Um den heutigen Ansprüchen der Wasserwirtschaft zu genügen, kann die gesamte Bandbreite der Aufgaben nur durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen abgedeckt werden. Daher umfasst der Kurs zahlreiche Aspekte der Wassermengenwirtschaft, des Hochwasserschutzes, der Niederschlag-Abfluss-Modellierung, der Speicherbewirtschaftung, der Hochwasserstatistik und der Optimierung von Versorgungsspeichern. Zudem wird das Thema Zeitreihenanalyse behandelt.

Der Teil Wasserkraft bietet zunächst einen Überblick über die Potentiale erneuerbarer Energien im Allgemeinen und über diejenigen der Wasserkraft. Sodann werden folgende Themen behandelt:

- Bauarten von Wasserkraftwerken
- "Kleine Wasserkraft": Anforderungen, etablierte Technologien und neue Vorschläge.
- Bauelemente von Wasserkraftanlagen
- Typen von Wasserturbinen, Strömungsturbinen
- Energieumwandlung in Wasserturbinen
- Auslegungsplanung von Wasserkraftanlagen
- Betrieb und Regelung von Wasserkraftwerken

Energiespeicherung:

- warum brauchen wir Energiespeicher?
- welche grundsätzlichen Möglichkeiten zur Energiespeicherung gibt es?
- Charakteristika dieser Technologien, Vor- und Nachteile, - Anwendungsbereiche und Entwicklungsstand, Projektbeispiele
- Pumpspeicherwerke, Grundlagen, Bauelemente, neue Ansätze

**Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls verstehen die Studierenden die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelltechniken – und Methoden der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung und können ihre Anwendungsgebiete und grenzen in der Praxis einschätzen. Sie können diese Methoden einsetzen, um Fragestellungen des Hochwasserschutzes in Planung und Konstruktion zu lösen. Zudem sind sie vertraut mit Methoden der Nutzung von Wassermengen und deren Optimierung zum Zwecke der Versorgung und der Energiegewinnung durch Wasserkraft.

Die Studierenden sind ferner in der Lage die Potenziale der Wasserkraft im Spektrum der erneuerbaren Energien abzuschätzen. Sie können die Bauelemente von Wasserkraftwerken in ihrer Wirkungsweise beurteilen und können für gegebene Aufgabenstellungen aus diesen Bauelementen Wasserkraftanlagen im Rahmen eines Entwurfsprozesses konzipieren und dimensionieren. Sie sind mit den Anforderungen und gängigen Techniken der Energiespeicherung vertraut und können ihre Einsatzbereiche unter verschiedenen Rahmenbedingungen bestimmen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen. Mit Hilfe einer Folien- oder Tafelpräsentation werden in der Vorlesung die theoretischen Grundlagen der wasserwirtschaftlichen Planung mit ihren Querbeziehungen zur Hydrologie, sowie die technischen Grundlagen der Wasserkraftanlagen vermittelt. Praxisbeispiele werden anhand von Fotovorträgen und ggf. kleinen Filmen erläutert. .

In den begleitenden Übungen wird anhand geeigneter Aufgaben das Verständnis der erlernten Methoden der Wassermengenberechnung und der konstruktiven Auslegung von Wasserkraftanlagen vorgestellt und die Anwendung der verschiedenen Techniken, die für eine ganzheitliche Planung erforderlich sind, auf überschaubare Problemstellungen aus den verschiedenen Stufen der Prozesskette Niederschlag-Wassermengen-Wasserspeicherung-Wasserkraft-Energiespeicherung, veranschaulicht. Diskussionen geben den Studierenden Gelegenheit, die komplexeren Zusammenhänge zwischen den behandelten Elementen zu vertiefen.

### **Medienform:**

PowerPoint Präsentation mit Filmsequenzen und Computer-Animationen.

### **Literatur:**

Ein ausführliches Skriptum wird in Moodle zur Verfügung gestellt.

Dazu werden folgende Fachbücher empfohlen:

J. Giesecke, E. Mosonyi: Wasserkraftanlagen, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-25505-2

T. Strobl, F. Zunic: Wasserbau, Springer Verlag 2006, ISBN 3-540-22300-2

W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 1: Vogel Verlag Würzburg 1994, ISBN 3-8023-1527-8

W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 2: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0127-7

W. Bohl: Strömungslehre: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0036-X

J. Raabe: Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI-Verlag Düsseldorf 1989, ISBN 3-18-400801

### **Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sustainable Water Resources Management (Vorlesung, 2 SWS)

Huber R, Scherbaum S

Hydro Power and Energy Storage (Vorlesung, 2 SWS)

Rutschmann P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54008T2: Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung | Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer 90-minütigen schriftlichen Prüfung und einer Studienleistung (Übungsleistung).

In der schriftlichen Prüfung geben die Studierenden unter Zeitdruck bestimmte erworbene Lernergebnisse (Kenntnis und Verständnis von Prozessabläufen natürlicher Stoffkreisläufe, Transportprozesse und deren mathematische Modellierung) wieder. Die schriftliche Prüfung beinhaltet zu 1/3 theoretische Fragen und zu 2/3 Rechenaufgaben. Erlaubte Hilfsmittel sind ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner.

Die Kompetenz ein ökohydrologisches Modell anzuwenden, die Modellausgaben aufzubereiten und zu analysieren, sowie die Ergebnisse verständlich zu präsentieren wird mit der Studienleistung abgeprüft.

Die Bearbeitung der Studienleistung wird während der Übungsstunden von Tutoren und dem Dozenten betreut (Modellaufbau, Methoden zur Evaluation der Modellergebnisse). Anschließend wird die gestellte Modellierungsaufgabe in den Übungen und außerhalb der Präsenzzeit in Gruppen von max. 4 Studierenden abgeschlossen, sowie der Ergebnisbericht (ca. 20 Seiten) geschrieben.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlagen Hydrologie, Grundkenntnisse GIS

## **Inhalt:**

### **Vorlesung;**

Der Aufbau und das Zusammenspiel verschiedener Komponenten eines (öko-)hydrologischen Modells werden, erläutert und die zugehörigen mathematischen Modellierungsansätze vorgestellt

- Klimadaten und Schnee
- Evapotranspiration
- Infiltration und Bodenwasser
- Oberflächenabfluss
- Grundwasser
- Gewässerabfluss

Zusätzlich werden die mathematischen Beschreibungen für das Pflanzenwachstum und der damit verbundene Wasser- und Nährstoffbedarf vorgestellt. Aspekte der Wasserqualität sowie der Einfluss verschiedener Landnutzungs- und bewirtschaftungsformen werden thematisiert:

- Nährstoffe und Nährstofftransport
- Erosion
- Pflanzenwachstum und Bewirtschaftung

### **Übung:**

Die ökohydrologische Modellierung wird anhand eines Fallbeispiels in der Computerübung gelehrt:

- Modellaufbau in SWAT
- Durchführung von Simulationen
- Auswertung der Ergebnisse: Postprocessing
- Auswertung der Ergebnisse: Interpretation und Diagnose
- Manuelle Kalibrierung

## **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Übertragung der Prozessabläufe natürlicher Stoffkreisläufe (Wasser- und Nährstoffkreisläufe) auf ein ökohydrologisches Softwaremodell zu verstehen.
- die verschiedenen Methoden zur Berechnung von Teilgliedern ökohydrologischer Stoffkreisläufe sowie ihres Zusammenspiels zu analysieren.
- ein ökohydrologisches Modell anwenden und die Modellausgaben zu analysieren.
- diverse Einflussfaktoren auf das Modellergebnis zu identifizieren
- das Modellergebnis selbst auf Sinnhaftigkeit zu bewerten sowie
- das Modellergebnis nachvollziehbar in einem Ergebnisbericht zu präsentieren

## **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Vorlesung (Vortrag, Präsentation, Gruppenarbeit): Die Vorlesung präsentiert den Studenten die historische, mathematische sowie empirische Grundlage für die verschiedenen Modellierungsansätze der einzelnen Modellkomponenten. Sie zeigt auf, auf welcher Basis bzw. Annahmen die Ansätze beruhen, was die Charakteristiken (Welches in der Natur beobachtbare Verhalten, z.B. Dämpfung der Bodentemperatur mit der Tiefe sowie saisonale sinusförmige

Schwankung soll nachempfunden werden), notwendige Datengrundlage sowie die Grenzen der Anwendbarkeit derer sind. Damit werden die ersten zwei Lernergebnisse erzielt.

Übung (Vortrag, Präsentation, Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Fallstudie): Die detaillierte getrennte Betrachtung einzelner Modellkomponenten ist in der Anwendung der ökohydrologischen Modellierung am Computer (Übung) nicht möglich. Die einzelnen Modellkomponenten (Klima, Bodentemperatur, Bodenwasserbewegung, Grundwasser, Sediment, Pflanzenwachstum,...) beeinflussen sich oft in komplexer Weise gegenseitig. Die Anwendung eines Modells das Verständnis des Zusammenspiels der Teilmglieder sowie die Bewertung der Ergebnisse wird in der in der Praxis - Übung und anschließende Studienleistung – vermittelt.

### **Medienform:**

Vorlesung: Power-Point-Präsentationen, Tafelanschrieb, wissenschaftliche Artikel

Übung: Übungsskript, Computerprogramme: SWAT, ArcSWAT, SWATPlot, Excel, R, SWATCup, Technische Manuals

### **Literatur:**

Neitsch, S., J. Arnold, J. Kiniry, and J. Williams (2011). Soil and water assessment tool- theoretical documentation version 2009. Report, Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service, Blackland Research Center - Texas AgriLife Research.

Winchell, M., R. Srinivasan, M. diLuzio, and J. Arnold (2007). ArcSWAT Interface for SWAT2005 - Users Guide. [http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT\\_Documentation.pdf](http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT_Documentation.pdf): Blackland Research Center and Grassland, Soil and Water Research Laboratory (USDA Agricultural Research Service)

Arnold, J., J. Kiniry, R. Srinivasan, J. Williams, E. Haney, and S. Neitsch (2011). Soil and Water Assessment Tool- Input/Output File Documentation Version 2009. <http://swat.tamu.edu/media/19754/swat-io-2009.pdf>: Grassland, Soil and Water Research Laboratory Agricultural Research Service, Blackland Research Center Texas AgriLife Research.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrological and Environmental River Basin Modelling - Exercise (Übung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Hydrological and Environmental River Basin Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU54015: Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene (Exkursion in das Etsch Einzugsgebiet) | Water Management at the Catchment Scale (Field trip to the Adige River Basin) [WMCS]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The students, divided into small groups (max 3 persons), will prepare a short report (15-20 pages) about one of the 4 topics related to the field trip: management of hydropower production in Alpine catchments, climate change and the Alpine cryosphere, contaminant loads in rivers, salt water intrusion. Each group will prepare a presentation of the report (20 minutes) during the field trip at the location where that particular issue is relevant. The evaluation of the exam will be based on

a) the capability of the students to work autonomously during the literature review related to their research topic (group grade 40 %)

b) the quality of the written report and of the oral presentation (group grade 40%)

c) oral exam following the oral presentation (single grade 20%) about a specific aspect of the presentation

Beside the technical skills it will be evaluated the quality, the accurateness and the style of the presentation of the results and the team-working capacity.

In this way, it will be possible to evaluate both the performance of the group and the performance of each single component as well. The relative weight of the grade depends on the required workload.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

- Hydrological and Environmental River Basin Modelling
- Integrated Water Resources Management

- Modeling and Management of Groundwater

**Inhalt:**

The field trip will be performed in collaboration with the University of Trento, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering (Prof. Bellin) and within the FP7 EU Project Globaqua ([www.globaqua-project.eu](http://www.globaqua-project.eu))

The course will focus on the following topics:

- Management of hydropower production in Alpine catchments
- Climate change and the Alpine cryosphere
- Contaminant loads in rivers
- Salt water intrusion

**Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able:

- to understand that water management is an issue to be faced at the catchment scale
- to evaluate the effects of climatic forcing on the alpine cryosphere and their effect on water management
- to evaluate the water quality of water bodies at different scales
- to analyze the effects of saltwater intrusion in the Mediterranean region
- to analyze their results in order to prepare an effective oral and written presentation

**Lehr- und Lernmethoden:**

The course will be offered as a field trip of 5 days. In this way, the student will understand through a direct experience the main issues related to water management at the basin scale. Furthermore, in order to prepare their report and the oral presentation, the students will understand the relevance of team-working. It will required an extensive literature review of the assigned topic, which will be synthetized with a discussion between the group members.

**Medienform:**

Introduction in the different issues related to water management at the catchment scale and supervision of the groups

**Literatur:**

- Scientific articles of peer review journals depending on the seminar topic
- The EU water framework directive - integrated river basin management for europe ([http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html))

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna ([gabriele.chiogna@tum.de](mailto:gabriele.chiogna@tum.de))

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Dr. Gabriele Chiogna ([gabriele.chiogna@tum.de](mailto:gabriele.chiogna@tum.de))  
Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54017: Umweltsanierungsmassnahmen | Environmental Remediation Strategies [RMS]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students participate in a written exam of 60 minutes duration. The exam will focus on the physical and chemical processes underlying the environmental remediation strategies presented during the course and on the development of related computer models. The exam will verify that the student understand the principles to plan and carry on remediation of contaminated soils and water bodies. Furthermore, it will verify that the students understand basic concepts of environmental chemistry and pollutant transport in the environment and that the students are able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The exam will consist of open questions, multiple choice questions and mainly exercises which will require short computations. No auxiliary material is allowed during the exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in hydrology, hydrogeology and environmental chemistry (e.g., the MSc module Hydrogeological case studies)

#### Inhalt:

- General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies

- Particle facilitated transport and land management

### **Lernergebnisse:**

- At the end of the module, students are able: General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies
- Particle facilitated transport and land management
- to understand the basic processes controlling commonly applied environmental remediation strategies
- to apply simple analytical and numerical models to solve remediation issues.
- to predict the effectiveness of different remediation strategies

The main objective of the modeling exercises is to enable students to understand, apply and further develop models to plan, predict and carry on remediation actions. Through a series of computer exercises, the students will be familiar with MATLAB.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual), modeling exercise (individual).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. The theoretical lectures' contents are presented by the lecturer using both the blackboard and digital slides. The students will get familiar with the subject solving independently relevant practical problems. The modeling exercises will train the programming skills of the students.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation

Blackboard

### **Literatur:**

- Kitanidis, P. K. and McCarty, P.L. (2012), Delivery and mixing in the subsurface: Processes and Design Principles for in situ remediation
- Siegrist et al. (2011), In Situ chemical oxidation for groundwater remediation
- Schoor J.L. (1996), Environmental Modeling fate and transport of pollutants in water, air and soil

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna (gabriele.chiogna@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Remediation Strategies (Vorlesung, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54019: Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten | Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam consists of the development of a project (i.e. a numerical model with the software OWHM) to be presented in oral form (20 minutes presentation followed by a discussion). The exam will verify i) how the students understand basic concepts of water demand and supply in arid regions; ii) how the students are able to apply those concepts for the solution of realistic case studies.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundmodul Hydrologie (BSc)

Groundwater modeling (MSc)

#### **Inhalt:**

- Basics of water management in arid regions
- Introduction to MODFLOW-OWHM (One Water Hydrologic Model)
- Specific packages of OWHM and physical description of the processes
- Development of the case study
- Presenting a case study

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able:

- i) to understand the basic principles behind water management in arid regions.
- ii) to apply a physically based model to manage water resources in arid regions.
- iii) to predict water availability according to specific water management conditions.

The course will provide to the students both the theoretical as well the practical knowledge to use MODFLOW-OWHM to solve water management issues in arid regions, including irrigation.

Upon completion of the modelling and management part the students will be able to evaluate different groundwater management strategies, to create flow and transport modeling based on field measurements and to apply them to determine water availability, to understand aquifer parameters and evaluate the sustainability of water management options.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual, small groups), homework (modelling exercise).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. While theoretical concepts and mathematical equations require an in-depth explanation, which is provided during the lectures, the understanding of a model requires hands-on learning, which will be provided during exercises and homework. During the lectures, the student will understand the theory, which is behind the model they are going to use in the exercises and homework. In this way, at the end of the module, they will be able to create their own model for the solution of flow and transport in porous media.

#### **Medienform:**

Power-Point-Presentation  
Blackboard

#### **Literatur:**

- Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer.

- One water hydrologic flow model: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/tm6A51>

#### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

#### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU54021: Fernerkundung in der Hydrologie | Remote Sensing in Hydrology [FEH]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination is done via a 90 minute written exam. The exam consists of 2/3 theoretical questions and 1/3 calculations. Allowed tool is a non-programmable calculator. Based on theoretical questions, the students show that they understand the principles of remote sensing in hydrology and can evaluate the different satellite products in terms of quality and can understand how to integrate remote sensing data in hydrological modelling to solve the practical limitations of point-based ground measurements. Based on short calculations the students demonstrate that they understand various mathematical procedures for estimating key hydrological components by the means of remote sensing data.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basics of hydrology, hydrological modelling and GIS

Basics of GIS software ArcGIS or QGIS

Basics of programming in Matlab and/or Python

Ability to literature review and critical thinking of scientific journal papers

#### Inhalt:

Contents for lectures:

In first two theoretical lectures, the fundamentals of hydrology and remote sensing will be explained.

Then in the following theoretical lectures, remote sensing methods for different hydrological components and the applications in case studies will be explained and presented:

- Precipitation
- Vegetation
- Evaporation
- Soil moisture
- Water level and water volume
- Groundwater
- Snow and ice

The application of remote sensing in other environmental studies such as land use and land cover classification, soil erosion and water quality will also be briefly discussed.

Contents for exercises in the computer lab

The methods for processing various remote sensing products in different formats will be taught based on a practical example in the computer lab:

- Visualization of satellite data (Landsat, MODIS, Sentinel etc.) and projection in ArcGIS
- Processing satellite precipitation TRMM data and comparison with measurements from WMO stations
- Processing vegetation index products from different satellites
- Processing satellite ET products and surface temperature products
- Processing satellite soil moisture products
- Analysis of satellite altimetry data for water level in lakes and reservoirs
- Analysis of groundwater variation from GRACE satellites
- Analysis of MODIS satellite snow cover products

### **Lernergebnisse:**

1. At the end of the module, the students are able to understand the principles of remote sensing, and how the satellite products for various hydrological components are generated.
2. Students will be able to process various satellite products in the different data formats using ArcGIS, QGIS and some programming software Matlab and Python.
3. Students will be able to evaluate the satellite products, to identify different influencing factors on the satellite data quality, and how to and how to integrate satellite products to hydrological modelling to solve practical problems.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of a lecture.

Lecture (talk, presentation, group work): The lecture provides the fundamentals of hydrology and remote sensing, mathematical remote sensing calculation methods and data formats for various hydrological components (e.g. precipitation, evaporation, water level), and applications of remote sensing in practical hydrological studies.

Exercises (talk, presentation, individual and group work, case study): Hands-on exercises will be given in the computer lab. A detailed investigation of single hydrological components as it is done in the lecture will be achieved through the practical processing of the satellite products. The application of software and programming and the data evaluation will be taught in more details.

During the exercises the students learn the satellite data processing in a more practical hands-on manner. The students are expected to learn how to download and process the satellite data. The processing procedures in ArcGIS and some programming in Matlab and Python will also be taught during the exercises. Students will receive support by student tutors and the lecturing tutor. During the exercise, some small exercises will be assigned but they will be voluntary and used only for students' self-assessment. In the end, a voluntary report can be also handed in: students can form a group with 2 or maximum 4 members to select a topic (e.g. precipitation, water level) to write a report with an approx. 20 pages.

The lectures and exercises in computer lab will be closely linked to achieve the study goals.

**Medienform:**

Lecture; PowerPoint presentations, black board, scientific papers,

Exercise: Script, Software: ArcGIS, QGIS, Excel, Matlab, Python, and Technical Manuals.

**Literatur:**

Schultz, G. A., & Engman, E. T. (Eds.). (2000). Remote sensing in hydrology and water management. Springer Science & Business Media.

Campbell, J. B. (2002). Introduction to remote sensing. CRC Press.

Davie, T. (2008). Fundamentals of hydrology. Taylor & Francis.

Gebremichael, M., & Hossain, F. (2010). Satellite rainfall applications for surface hydrology. New York: Springer.

Papers from the following journals: Remote Sensing of Environment, Water Resources Research, Journal of Hydrology, International Journal of Remote Sensing etc.

User manuals for specific satellite products. The manuals will be specified during lectures.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54024: Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie | Uncertainty Quantification in Hydrology [UQH]

*Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The students prepare a comprehensive presentation of 60 minutes about a seminal paper related to uncertainty quantification in hydrology. The evaluation considers the quality of the presentation (clarity of the oral presentation and slides), its structure (comprehensiveness beyond the literature provided by the lecturer), capability of answering questions and clarifying both mathematical and hydrological concepts.

The oral presentation of a hydrological paper demonstrates the understanding of the student about the relevant issue of uncertainty quantification in hydrological parameter estimation and predictions. Moreover, it verifies how well the students can summarize complex mathematical and hydrological concepts and explain them to other students within a given period of time. Through short and precise answers to theoretical oral questions, the students demonstrate that they are able to understand the principles and the methods used for uncertainty quantification in hydrology.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Advanced hydrological knowledge
- Advanced statistical knowledge
- Familiarity with preparation of slides and oral presentations

**Inhalt:**

Each student will receive one scientific publication related to uncertainty quantification in hydrology to be presented during the seminar. The assigned publications could be changed every year according to the most recent and valuable scientific publications. The publications will be chosen among open access journals or journals freely accessible to students from the library.

Topics that will be discussed are:

- Model uncertainty in hydrology
- Parameter uncertainty in hydrology
- Parameter estimation
- Model inversion
- Bayesian inversion
- Latin hypercube method
- Markov Chain Monte Carlo Simulations
- Monte Carlo Simulations
- Estimation of effective model parameters
- Equifinality in hydrological models

**Lernergebnisse:**

The students at the end of the module will be able to:

- Understand and analyse the theory, the methods and the results presented in a scientific paper focusing on uncertainty quantification in hydrology
- Understand and analyse the methods inherent to uncertainty quantification in hydrology
- Evaluate autonomously the relevant literature necessary for the understating of the assigned paper in the field of uncertainty quantification in hydrology
- Create a presentation to explain an assigned topic in the field of uncertainty quantification in hydrology

**Lehr- und Lernmethoden:**

The 13 students participating to the seminar will be guided by the lecturer in the oral presentation of a scientific paper. The presentations must be prepared in electronic form by the students following the instructions provided by the lecturer. This teaching method will allow the students to achieve the four learning outcomes described above.

An open discussion involving also the other participants will be moderated by the lecturer after each presentation. This teaching method will allow the students to achieve the first three learning outcomes described above. It is required that each student will participate to the discussion taking place after each student's seminar.

**Medienform:**

Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrieb, digitale Vorlagen

**Literatur:**

The assigned publications could be changed every year according to the most recent and valuable scientific publications.

Example of papers that could be used in the seminar are:

Mattis, S. A., Butler, T. D., Dawson, C. N., Estep, D., & Vesselinov, V. V. (2015). Parameter estimation and prediction for groundwater contamination based on measure theory. *Water Resources Research*, 51(9), 7608-7629.

Kitanidis, P. K. (1986). Parameter uncertainty in estimation of spatial functions: Bayesian analysis. *Water resources research*, 22(4), 499-507.

Vrugt, J. A., Ter Braak, C. J., Clark, M. P., Hyman, J. M., & Robinson, B. A. (2008). Treatment of input uncertainty in hydrologic modeling: Doing hydrology backward with Markov chain Monte Carlo simulation. *Water Resources Research*, 44(12).

**Modulverantwortliche(r):**

Gabriele Chiogna

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Uncertainty quantification in hydrology (Seminar, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54026: Modellierung städtischer Überschwemmungen | Urban Flood Modelling [UFM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students submit a report (10-15 pages) with corresponding presentation (circa 15 min). The report is a written record and summary of the three main exercises followed during the Module, covering the setup, application and analysis of the results from three different urban flood models (sewer network model, overland flow model and dual drainage flow model). The report will verify that the students understood the basic concepts of flood modelling in urban areas and that they were able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The students will work in groups of maximum of three. The presentation is also done in groups. The presentation will verify if the students are able to present their results in a coherent manner, discuss and answer questions related to urban flood modelling.

Prüfungsart

Report (10-15 pages)

Prüfungsdauer (in Minuten)

15 min presentation +10 min discussion

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Fundamentals of Hydrology (e.g. Hydrologie Grundmodul)
- Basic Knowledge of Sewer Drainage Systems (e.g. Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul - Kanalisation)
- Basic Knowledge of Arc-Map

**Inhalt:**

Introduction: Overview of the most important urban hydrological and hydraulic processes and concepts.

Challenges in urban flood modelling, in relation to flood management and flood risk assessment.

T1. Sewer drainage model I - SWMM model setup of Maxvorstadt (computational work).

T2. Sewer drainage model II - analysis of results (computational work).

Introduction to overland flood models in urban areas.

T3. Overland flow model I – P-DWave model setup of Maxvorstadt (computational work).

T4. Overland flow model II – analysis of results (computational work).

Introduction to dual drainage models.

T5. Dual drainage flow model I - P-DWave/SWMM setup of Maxvorstadt (computational work).

T6. Dual drainage flow model II - analysis of results (computational work).

Urban flood management: Sustainable Urban Drainage System (in Munich).

Discussion/Feedback on the report.

Presentation and discussion of the report.

Wrap-up.

---

**Lernergebnisse:**

The students at the end of the module will be able to understand and analyse:

- the fundamental concepts of urban flood modelling,
- the need and usefulness of different model types
- the different types of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)

Finally, the students are able to discuss the range of applicability as well as advantages and disadvantages of different UFM for different contexts, namely, flood risk and flood management, and for different densifications of urban areas

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture with integrated computational exercises. 3 computer exercises (each split in two parts).

The exercises can be done in group. Students submit a report (10–15 pages) summarizing their results. Students will receive feedback during the lectures on their reports. Students will prepare and present their reports during the lecture period

**Medienform:**

Powerpoint, black-board, PDFs, teamwork followed by discussion

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Jorge Leandro, jorge.leandro@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Urban Flood Modelling (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)



Teixeira Leandro J [L], Teixeira Leandro J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54027: Mathematische Methoden zur Unsicherheitsquantifizierung in der Hydrologie | Mathematical Methods for Uncertainty Quantification in Hydrology** [Mathematische Methoden zur Unsicherheitsquantifizierung in der Hydrologie ]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>9         | <b>Gesamtstunden:</b><br>270 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>210 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The examination consists in a project work. The project work is designed to test the five learning outcomes (LO) of the module. It will include the following phases: initiation (review of available uncertainty quantification methods as by LO1), problem definition (identification of uncertainties in the hydrological problem as by LO1), role assignment (identifying students' strengths as by LO4), idea generation (selection of appropriate mathematical method as by LO3), criteria development for the selection of the methods (LO2), decision about the strategy to follow to carry on the project (LO4), implementation of the mathematical methods for the hydrological model (LO3), presentation of the results in written (40 pages, including figures, tables, attachments, references) and oral form (20 minutes) (LO5). The project assignment has to be completed within 6 months using an appropriate modeling and programming environment. The project work will include a presentation in order to assess a student's communication competency in presenting scholarly work to an interdisciplinary audience (LO5). The specific components of the project work assignment are: a literature review to show the understanding about the relevance of uncertainty quantification for practical hydrological problems; a part to present how to apply uncertainty quantification methods to simple hydrological problems; a part to explain the rationale behind the selection of the methods (both mathematical and hydrological) in the project; a part to show the capability of the students to apply uncertainty quantification methods to complex hydrological problems; a part dedicated to a critical analysis of both positive and negative results obtained in the project; a part dedicated to the preparation of an effective presentation of the results to an interdisciplinary audience. The project work is a group work of teams of 2 students. Students are expected to demonstrate that they are able to complete the tasks in a team environment by presenting the results together both

in written (70% of the grade) and oral (30% of the grade) form. The student's contribution to the group work should be properly indicated in the written and in the oral presentation of the results, in the hydrological model work and in the code performing the uncertainty quantification of the model.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Lineare Algebra (MA0004)

Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (MA0009)

Einführung in die Programmierung (MA0010)

Grundmodul Hydrologie

Hydrologische statistik

**Inhalt:**

- Introduction about uncertainties in hydrology
- Rating curves and their uncertainties
- Uncertainties in surface water - groundwater interaction
- Uncertainties in lumped hydrological models
- Sensitivity analysis of hydrological models
- Introduction about uncertainty quantification methods
- Basics of python programming
- Markov Chain Monte Carlo
- Bayesian inversion for linear and non linear models
- Active subspace method
- Presenting uncertainties to an interdisciplinary audience
- Presenting the results on an interdisciplinary project to an interdisciplinary audience

**Lernergebnisse:**

At the end of the module, the students will: LO1. understand the relevance of uncertainty quantification for practical hydrological problems, LO2. be able to apply uncertainty quantification methods to hydrological problems, LO3. be able to critically analyze the results of the applied methods, LO4. be able to effectively work in an interdisciplinary team, LO5. be able to effectively present and communicate the results to an interdisciplinary audience.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of a project seminar and a lecture with integrated exercises, which is offered as MOOC. Lecture with integrated computational exercises is planned to achieve LO1 and LO2, group work and project seminar to achieve LO3, LO4 and LO5.

A series of lectures (recorded and always available on Moodle) will introduce uncertainty quantification methods and their application in hydrology. This part will cover about 30 h of on line lecture material including practical work (e.g., how to develop python scripts step by step

and providing them on line). A team of 2 students (possibly 1 mathematician and 1 environmental engineer) receives/develops a project in which UQ methods are applied to a real hydrological case. An important aim here is the interdisciplinary component of the group as well as the teamwork. The team of two students is co-supervised by 1 tutor from the chair of numerical mathematics and 1 tutor of the chair of hydrology and river basin management. The group meets each supervisor at least 5 times (a 1 page report of the meeting has to be provided by the students to document the project development). The team provides an interim presentation and a final presentation of the project in both oral and written form. The supervisors will offer to the students a meeting focusing on how to do an effective oral presentation for an interdisciplinary audience."

**Medienform:**

30 hours of MOOC, relevant scientific publications for the project work

**Literatur:**

- 1 Wagener T. et al. "It takes a community to raise a hydrologist: the Modular Curriculum for Hydrologic Advancement (MOCHA)." Hydrology and Earth System Sciences Discussions 9: 2321–2356.
- 2 Juston, J. et al. ""Smiling in the rain: Seven reasons to be positive about uncertainty in hydrological modelling."" Hydrological Processes 27.7 (2013): 1117-1122."

**Modulverantwortliche(r):**

Gabriele Chiogna, Barbara Wohlmuth

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Mathematical methods for uncertainty quantification in hydrology MOOC (Vorlesung, 2 SWS)  
Chiogna G [L], Chiogna G, Wohlmuth B

Mathematical methods for uncertainty quantification in hydrology – project seminar (Seminar, 2 SWS)

Wohlmuth B [L], Chiogna G, Wohlmuth B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU57014: Hydrogeodäsie: Monitoring von Oberflächengewässern aus dem Weltraum | Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung.

Prüfungsdauer (in min.): 90

Die angestrebten Lerninhalte werden im Rahmen einer schriftlichen Prüfung abgeprüft, welche sich über die in der Lehrveranstaltung erworbenen Kompetenzen erstreckt. Mit der Prüfung wird nachgewiesen dass die Studierenden die theoretischen Grundlagen der Satellitenaltimetrie und ihres Potentials für hydrologische Anwendungen verstanden haben, Messdaten der Satellitenaltimetrie anwenden und hinsichtlich ihrer Genauigkeit bewerten können, sowie ein Verständnis dafür entwickelt haben, wie die Daten für die Kalibrierung hydrologischer Modelle genutzt werden können. Anhand typischer Beispiele wird das theoretische Verständnis und die Bewertungskompetenz geprüft. Die Prüfung erlaubt durch Fragen unterschiedlicher Schwierigkeitsstufen die Verständnistiefe individuell festzustellen, was eine realistische Einschätzung der im Modul erworbenen Kompetenzen ermöglicht.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

## **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

## **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Es werden mathematische und physikalische Grundkenntnisse vorausgesetzt, wie sie zum Beispiel in den Modulen des Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwesen an der TUM erworben werden. Außerdem werden programmiertechnische Fähigkeiten in Matlab erwartet.

## **Inhalt:**

1. Introduction: Geodesy, hydrogeodesy, and satellite altimetry
2. Satellite radar altimetry for inland water bodies
3. Exercise: From measured ranges to water levels
4. Inland altimetry databases
5. Exercise: Download and comparison of different inland altimetry products
6. Synergy of satellite altimetry with other satellite- and ground-based techniques (satellite gravity field observations, remote sensing images, gauges, ...)
7. Estimation of volume changes of lakes
8. Exercise: From lake level to volume changes
9. Estimation of river discharge
10. Exercise: From river level to discharge
11. Monitoring of rivers systems
12. Assimilation of altimetry-information into hydrological models
13. Guest Lecture: Hydrological model calibration with satellite data (Prof. Andreas Güntner, GFZ)
14. Alternative space-based observation techniques: Laser and Delay Doppler/SAR altimetry, GNSS-reflectometry
15. A look into the future: NASA's Surface Water & Ocean Topography (SWOT) mission

## **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage

- das Beobachtungsprinzip der Radar-Satellitenaltimetrie und ihres Potentials für hydrologische Anwendungen im Bereich von Inlandgewässern (Seen, Flüsse, Reservoirs) zu verstehen;
- Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie für die Volumenbestimmung von Seen sowie für die Berechnung des Wasserabflusses von Flüssen anzuwenden;
- Die Qualität der Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie im Vergleich mit Daten anderer satelliten- oder bodengestützter Beobachtungs- und Monitoringsysteme für Oberflächengewässer zu bewerten;
- die Anwendung von Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie für die Kalibration hydrologischer Modelle zu verstehen;
- mit Experten aus dem Bereich der Inlandaltimetrie fachlich zu diskutieren;

## **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Inhalte der Veranstaltung werden vermittelt in einer Vorlesung in Interaktion mit den Studierenden und unter laufender Überprüfung des Lernerfolges durch Fragen. Mathematische

Herleitungen werden an der Tafel ausgeführt. Ausgewählte Literatur wird mit den Studierenden besprochen. Die Vorlesung beinhaltet einen Gastvortrag eines Experten aus dem Bereich der hydrologischen Modellkalibration. Vier betreute praktische Übungen (Matlab) werden im CIP-Pool durchgeführt.

**Medienform:**

- Tafelbild
- Präsentationsfolien in elektronischer Form
- Ausgewählte Veröffentlichungen und Buchkapitel zum Thema

**Literatur:**

- Fu L., Cazenave A.: Satellite Altimetry and Earth Sciences: A Handbook of Techniques and Applications. International Geophysics Series, Vol. 69, San Diego, CA, 2000.
- Vignudelli S., Kostianoy A., Cipollini P., Benveniste J.: Coastal Altimetry, Springer, ISBN: 978-3-642-12796-0, 2011.
- Ausgewählte wissenschaftliche Veröffentlichungen werden im Unterricht ausgeteilt.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Seitz, Florian

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space (Vorlesung, 2 SWS)

Seitz F [L], Dettmering D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV040005: Naturnahe Bauweisen | Nature-oriented Care

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur ohne Hilfsmittel.

Dort wird sowohl das Verständnis der Grundlagen als auch die Fähigkeit der Bewertung von Gewässerausbauten und Gewässerentwicklungskonzepten geprüft.

Die Klausur besteht zum Einen aus mit eigenen Formulierungen zu beantworteten Fragen, zum Anderen aus Planausschnitten und Abbildungen, in welche eigenständig entwickelte Konzepte eingearbeitet werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen wird der vorherige Besuch des Moduls "Angewandte Hydromechanik" (BGU41018T2).

#### Inhalt:

- Grundlagen: Hydrologie; Morphologie; EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Ökosystem Fließgewässer
- Eigenschaften und Kategorien von Fließgewässern und ihren Auen
- Arten von Eingriffen in Fließgewässer und ihre Auswirkungen
- Gewässerentwicklung und Grundlage eines Gewässerentwicklungsplans
- Ökologischer Gewässerausbau

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden dazu in der Lage:

- die Grundbegriffe der Hydrologie, der Morphologie und des Flussbaus zu erklären



- Merkmale und Funktionen von Fließgewässern und Auen zu demonstrieren
- die Lebensgemeinschaften und die Vegetation im Einflussbereich von Flüssen zu analysieren
- Grundsätze und Gestaltungselemente des ökologischen Gewässerausbaus zu kennzeichnen
- die Auswirkungen von verschiedenen Arten des Gewässerausbaus zu bewerten
- die zukünftige Gewässerentwicklung anhand unterschiedlicher Kriterien einzuschätzen

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung beinhaltet in einen Vortrag mit begleitender Präsentation, in welchem die theoretischen Inhalte in Kombination mit Praxisbeispielen aus dem Berufsalltag des Dozenten erläutert werden. Des weiteren werden Beispielprojekte während der Vorlesung vorgestellt. Diese werden dann von Kleingruppen während der Veranstaltung bearbeitet und von den Studierenden präsentiert. Auf diese Weise trainieren die Studierenden ihre Fähigkeiten in der Bewertung und Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten und in der Analyse von Gewässerausbauplänen.

**Medienform:**

Folien, Vorlesungsumdrucke, Pläne von Beispielprojekten

**Literatur:**

H. Patt, P. Jürging, W. Kraus, Naturnaher Wasserbau, Springer, Berlin, 2004

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Naturnahe Bauweisen (240763507)

Karl Deindl

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170009: Internationales Wasserrecht | International Water Rights and Politics [GRAMBOW]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Closed book written exam (60 min)

Only dictionary allowed and a simple calculator.

The exam in this module is a written exam in which the students have to answer questions in the field of water rights and regulations in an international context.

The comprehension of the lecture contents is also chequed by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelor in Civil Engineering or Environmental Engineering

#### **Inhalt:**

The world water situation is critical. In a first part this is illustrated by showing examples and discussions of international indicators. This should provide the necessary understanding, how policy and law affect this development of problems;

Part two of the course discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

Part two discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

### **Lernergebnisse:**

After completion of the module students will be able to understand the meaning of water for the global development and the multi-dependent system of world environment. They will also understand the important role and principle of sustainability. They will be able to use the sustainable approach for design and construction including balancing the aspects of economy, ecology and social effects and also the usage of integrality (IWRM) and the approaches of efficiency and sufficiency. They will know the basic lines of good water policy and good governance understand the challenges and principles of worldwide water law.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In order to complete the module successfully, the knowledge transfer must take place predominantly by practical examples. These examples are provided through a slide presentation. Where possible, also video clips are presented to make contents more clear.

### **Medienform:**

PowerPoint Presentation and Script

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Internationale Wasserpolitik und Recht (Vorlesung, 2 SWS)

Grambow M ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460012: Fließgewässer als Lebensraum | Rivers as an Ecosystem [KS\_4]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die schriftliche Modulprüfung (120 min) besteht aus zwei thematischen Gebieten, in denen die Studierenden die Fragestellungen zur Ökohydraulik und aquatischen Ökologie ohne Hilfsmittel bearbeiten sollen. Zudem wird das Verständnis der gelernten Bemessungsmethoden in Form einfacher Transferaufgaben, welche sich an den vorgestellten Anwendungsbeispielen orientieren, geprüft. Ferner wird das interdisziplinäre Verständnis in Form von fächerübergreifenden Fragestellungen (Wasserbau - Ökohydraulik - aquatische Ökologie) geprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Besuch der Module

"Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft", Modul Nr. BV000030

und

"Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft", Modul Nr. BV000048

#### **Inhalt:**

Das Modul kombiniert die beiden Themengebiete Ökohydraulik und aquatische Ökologie um den Lebensraum von Fließgewässern umfassend zu behandeln.

Ökohydraulik:

- Flora und Fauna in und an Flussgebieten; Auen Vegetation

- Interaktion zwischen Fluss und Einzugsgebiet
- Durchgängigkeit: Anforderungsprofil, mögliche Formen, bauliche Umsetzung, Regelwerke
- Entwurf und Bemessung von Fischaufstiegsanlagen und Rampen
- Wasserrahmenrichtlinie, Wasserhaushaltsgesetz

#### Aquatische Ökologie:

- Besonderheiten des Lebensraums Wasser, Gewässertypen; Life support services und threats; Gashaushalt, trophische Beziehungen, Nährstoffe und ihre Dynamik;
- Fließgewässer als dynamische Systeme: Besonderheiten, Funktion und Gefährdung, Zonierung, Bioindikation;
- Stehende Gewässer: Ökologische Einteilung, Besonderheiten, Gefährdung,
- Beispiele: Biodiversität, Aussterbestrudel und Gefährdungsfaktoren in aquatischen Ökosystemen; Schutzkonzepte und Conservation Biology;
- Ökotoxikologische Aspekte: Endpoints, Xenobiotika und endokrine Disruptoren; Bedeutung und Einfluss der Nutzung auf aquatische Ökosysteme

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundlagen der Ökologie und des Chemismus von Gewässern sowie die interdisziplinären Zusammenhänge und die Besonderheiten aquatischer Ökosysteme zu verstehen
- die Regelwerke zur Bemessungen von Bauwerken zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit anzuwenden
- die zeitliche und räumliche Verteilung von Biodiversität und Produktivität in aquatischen Ökosystemen zu analysieren
- Effekte menschlicher Eingriffe in aquatische Ökosysteme abzuschätzen und zu bewerten

#### Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags vermittelt, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen relevanter Fallbeispiele ermöglichen, den Studierenden sich einzubringen und gelernte Zusammenhänge zu intensivieren.

In die Vorlesung sind auch themenfeldspezifische Gruppenarbeiten im Hörsaal integriert, bei denen die Studierenden einfache Berechnung und Problemfallstudien selbständig durchführen und im Anschluss ihre Ergebnisse in großer Runde zur Diskussion stellen.

#### Medienform:

Tafelarbeit; PowerPoint-Folien; Rechenbeispiele etc.

**Literatur:**

Schwörbel, Jürgen: Einführung in die Limnologie, Springer Spektrum 2013, ISBN-13: 978-3827421531  
Primack, Richard B.: A primer of Conservation Biology, Palgrave Macmillan 2004, ISBN-13: 978-0878937288  
Pullin, Andrew S.: Conservation Biology, Cambridge University Press 2002, ISBN-13: 978-0521644822  
Helfman, Gene S.: Fish Conservation, Island Press 2007, ISBN-13: 978-1559635967  
Postel, Sandra & Richter, Brian: Rivers for Life: Managing water for people and nature, PAPERBACKSHOP UK IMPORT 2003, ISBN-13: 978-1559634441  
Di Giulio, Richard T. & Hinton, David E.: The toxicology of fishes, CRC Press, 2008, ISBN 0203647297, 9780203647295

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 3: Hydraulic Engineering | Field of Study 3: Hydraulic Engineering

### Pflichtmodule | Required Modules

### Modulbeschreibung

## BGU46035: Wasserbauhydraulik und Hydromorphologie | Hydraulic Engineering and Hydromorphology [HEHM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur von 120' Dauer. Die Klausur besteht aus allgemeinen Theorie- und Verständnisfragen sowie praktischen Aufgaben und Berechnungen. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

In der Klausur weisen die Studierenden durch die Beantwortung theoretischer Fragen nach, dass sie die behandelten Konzepte der Wasserbauhydraulik und der Hydromorphologie in kurzen Wissensfragen erläutern können. Anhand konkreter Praxisbeispiele aus dem Wasserbau sollen die Studierenden den Entwurf von hydraulischen Konstruktionen (z. B. von Wehren, Dämmen) sowie der zugehörigen Betriebseinrichtungen präzise erklären können, u.a. unter Berücksichtigung der durch den Sedimenttransport in Flüssen entstehenden Probleme. Anhand verschiedener wasserbaulicher Anlagen sollen morphologische Veränderungen und Sedimenttransport lösungsorientiert, unter Einbezug aktueller Flussbautechniken, diskutiert werden. Anhand praktischer Aufgabenstellungen, weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind morphologische Veränderungen durch flussbauliche Maßnahmen und durch Beeinflussung des Sedimenttransports zu planen und konstruktiv auszulegen. Ferner weisen durch Berechnungsaufgaben sie nach, dass sie die numerische Modellierung als ein alternatives Werkzeug zur Analyse und Bewertung von Vorgängen und Maßnahmen im Flussbau an konkreten Beispielen einsetzen können.



### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Fundierte Kenntnisse in Physik und Mathematik, sowie ein Besuch der Module

- 1) "Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft" und
  - 2) "Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft"
- oder inhaltlich vergleichbarer externer Bachelormodule.

### **Inhalt:**

Teil 1)

In Teil 1 dieses Moduls lernen die Studierenden wasserbauliche Anlagen im Hinblick auf ihre hydraulischen Bedingungen kennen. Sie erkennen und vermeiden die Gefahren für hydraulische Strukturen (z. B. Kavitation, Log Jam, Vortex-Formationen) und lernen die Funktionalität spezieller hydraulischer Strukturen zu verstehen und umzusetzen. Die wichtigsten Inhalte der Vorlesung sind die Grundlagen der Hydraulik, von hydraulischen Einrichtungen (Einlass-Strukturen, Ableitungskanäle, Energieumwandlungsanlagen) und deren hydraulische Dimensionierung. Weitere Inhalte sind dynamische Lasten, Fluss-Umleitungen, hydraulische Auslegung und Konstruktion, Bauprozesse und Sicherheitskonzepte. Darüber hinaus wird die Gefahr der Kavitation erklärt, der Grund hierfür und die konstruktiven Fehler sowie mögliche Konzepte zur Vermeidung. Wasserschlässe werden in ihrer hydraulischen Funktion erläutert. Schließlich werden an aktuellen Beispielen tatsächlich realisierter wasserbaulicher Anlagen die jeweiligen besonderen Probleme aufgezeigt und Lösungsstrategien erläutert.

Teil 2)

Auf dem Gebiet der Hydromorphologie lernen die Studierenden die komplexen Probleme in Sedimenttransport in Flüssen kennen und verstehen den Zusammenhang zwischen morphologischen Veränderungen und Sedimenttransport. Die Interaktionsmöglichkeiten der aktuellen Flussbautechniken werden durch die Anwendung von numerischen Modellen erweitert.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Modellierungstechniken im Wasserbau zu verstehen
- hydraulische Konstruktionen wie Wehre, Dämme und Navigationselemente zu entwerfen
- die komplexen Probleme beim Sedimenttransport in Flüssen zu verstehen
- den Zusammenhang zwischen morphologischen Veränderungen und Sedimenttransport zu verstehen und zu analysieren
- morphologischen Veränderungen durch Flussbautechniken zur Beeinflussung des Sedimenttransports zu planen und konstruktiv auszulegen
- die numerische Modellierung als ein alternatives Werkzeug zur Analyse und Bewertung von Vorgängen und Maßnahmen im Flussbau einzusetzen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen.

Die theoretischen Grundlagen zu hydraulischen Vorgängen, Sedimenttransport und Ingenieurwasserbau werden durch Präsentationen im Rahmen der Vorlesungen vermittelt, gestützt durch PowerPoint Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele zu Modellrechnungen und Dimensionierungen von wasserbaulichen Anlagen erlauben den Studierenden die anwendungs- und berechnungsorientierten Aspekte kennenzulernen. Diskussionen zu relevanten Beispielen aus der Praxis ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die komplexen Zusammenhänge zwischen Hydromorphologie und den Anlagen zu vertiefen.

**Medienform:**

Vorlesung mit Tafelarbeit und PowerPoint-Präsentationen sowie integrierten Übungen.

**Literatur:**

Ein ausführliches Skriptum wird in Moodle zur Verfügung gestellt.

Dazu wird folgendes Fachbuch empfohlen:

T. Strobl, F. Zunic: Wasserbau, Springer Verlag 2006, ISBN 3-540-22300-2

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.sc.tech. Peter Rutschmann

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

River Engineering and Hydromorphology (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Wasserbauhydraulik (Vorlesung, 2 SWS)

Rutschmann P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46036: Wasserwirtschaft und Wasserkraft | Water Resources and Hydropower [WRHP]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt in einer schriftlichen Klausur von 120'. Die Klausur besteht aus theoretischen Fragen sowie Berechnungs- und Dimensionierungsaufgaben. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

In der Klausur sollen die Studierenden anhand theoretischer Fragen sowie praktischer Aufgaben nachweisen, dass sie konkrete Fragestellungen zur Planung und Konstruktion des Hochwasserschutzes anhand der behandelten Modelltechniken und Methoden der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung sowie anhand der Methoden der Nutzung von Wassermengen lösungsorientiert bearbeiten und den Einsatz möglicher Technologien (u.a. auch der Energiespeicherung) fallspezifisch einschätzen können (u.a. zum Zweck der Versorgung und der Energiegewinnung). Des Weiteren sollen sie in verschiedenen Fragen zu Bauelementen von Wasserkraftwerken die Wirkungsweise erklären aber auch die Konzeption und Dimensionierung solcher Werke für unterschiedliche Randbedingungen ableiten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fundierte Kenntnisse in Physik und Mathematik, sowie ein Besuch der Vorlesungen

- 1) "Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft" und
  - 2) "Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft"
- oder vergleichbarer grundständiger Vorlesungen.

**Inhalt:**

Das Modul bietet vertieftes Wissen in Prinzipien, Methoden und Technologien für den Umgang mit Wassermengen, seinen Einfluss auf den Hochwasserschutz sowie deren nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen für die Gewinnung von Energie aus Wasserkraft. Es umfasst quantitative Herangehensweisen an die Berechnung der Wassermengen sowie den Entwurf und die Dimensionierung der hierfür erforderlichen Anlagen für den Betrieb dazugehöriger Wasserspeicher, Wasserkraftwerke und der Energiespeicherung.

Im Teil Wasserwirtschaft lernen die Studierenden die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelltechniken der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung kennen und ihre Anwendung in der Praxis. Da sich die Wasserwirtschaft mit dem Aufzeichnen und Beschreiben der Verfügbarkeit von Wasservorkommen beschäftigt sowie mit Fragen des Hochwasserschutzes, zeigt der Kurs die Methoden, die nötig sind um planerische und konstruktive Aufgabenstellungen zu lösen.

Um den heutigen Ansprüchen der Wasserwirtschaft zu genügen, kann die gesamte Bandbreite der Aufgaben nur durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen abgedeckt werden. Daher umfasst der Kurs zahlreiche Aspekte der Wassermengenwirtschaft, des Hochwasserschutzes, der Niederschlag-Abfluss-Modellierung, der Speicherbewirtschaftung, der Hochwasserstatistik und der Optimierung von Versorgungsspeichern. Zudem wird das Thema Zeitreihenanalyse behandelt.

Der Teil Wasserkraft bietet zunächst einen Überblick über die Potentiale erneuerbarer Energien im Allgemeinen und über diejenigen der Wasserkraft. Sodann werden folgende Themen behandelt:

- Bauarten von Wasserkraftwerken
- "Kleine Wasserkraft": Anforderungen, etablierte Technologien und neue Vorschläge.
- Bauelemente von Wasserkraftanlagen
- Typen von Wasserturbinen, Strömungsturbinen
- Energieumwandlung in Wasserturbinen
- Auslegungsplanung von Wasserkraftanlagen
- Betrieb und Regelung von Wasserkraftwerken

Energiespeicherung:

- warum brauchen wir Energiespeicher?
- welche grundsätzlichen Möglichkeiten zur Energiespeicherung gibt es?
- Charakteristika dieser Technologien, Vor- und Nachteile, - Anwendungsbereiche und Entwicklungsstand, Projektbeispiele
- Pumpspeicherwerke, Grundlagen, Bauelemente, neue Ansätze

**Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls verstehen die Studierenden die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelltechniken – und Methoden der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung und können ihre Anwendungsgebiete und grenzen in der Praxis einschätzen. Sie können diese Methoden einsetzen, um Fragestellungen des Hochwasserschutzes in Planung und Konstruktion zu lösen. Zudem sind sie vertraut mit Methoden der Nutzung von Wassermengen und deren Optimierung zum Zwecke der Versorgung und der Energiegewinnung durch Wasserkraft.

Die Studierenden sind ferner in der Lage die Potenziale der Wasserkraft im Spektrum der erneuerbaren Energien abzuschätzen. Sie können die Bauelemente von Wasserkraftwerken in ihrer Wirkungsweise beurteilen und können für gegebene Aufgabenstellungen aus diesen Bauelementen Wasserkraftanlagen im Rahmen eines Entwurfsprozesses konzipieren und dimensionieren. Sie sind mit den Anforderungen und gängigen Techniken der Energiespeicherung vertraut und können ihre Einsatzbereiche unter verschiedenen Rahmenbedingungen bestimmen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen. Mit Hilfe einer Folien- oder Tafelpräsentation werden in der Vorlesung die theoretischen Grundlagen der wasserwirtschaftlichen Planung mit ihren Querbeziehungen zur Hydrologie, sowie die technischen Grundlagen der Wasserkraftanlagen vermittelt. Praxisbeispiele werden anhand von Fotovorträgen und ggf. kleinen Filmen erläutert. .

In den begleitenden Übungen wird anhand geeigneter Aufgaben das Verständnis der erlernten Methoden der Wassermengenberechnung und der konstruktiven Auslegung von Wasserkraftanlagen vorgestellt und die Anwendung der verschiedenen Techniken, die für eine ganzheitliche Planung erforderlich sind, auf überschaubare Problemstellungen aus den verschiedenen Stufen der Prozesskette Niederschlag-Wassermengen-Wasserspeicherung-Wasserkraft-Energiespeicherung, veranschaulicht. Diskussionen geben den Studierenden Gelegenheit, die komplexeren Zusammenhänge zwischen den behandelten Elementen zu vertiefen.

### **Medienform:**

PowerPoint Präsentation mit Filmsequenzen und Computer-Animationen.

### **Literatur:**

Ein ausführliches Skriptum wird in Moodle zur Verfügung gestellt.

Dazu werden folgende Fachbücher empfohlen:

J. Giesecke, E. Mosonyi: Wasserkraftanlagen, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-25505-2

T. Strobl, F. Zunic: Wasserbau, Springer Verlag 2006, ISBN 3-540-22300-2

W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 1: Vogel Verlag Würzburg 1994, ISBN 3-8023-1527-8

W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 2: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0127-7

W. Bohl: Strömungslehre: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0036-X

J. Raabe: Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI-Verlag Düsseldorf 1989, ISBN 3-18-400801

### **Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sustainable Water Resources Management (Vorlesung, 2 SWS)

Huber R, Scherbaum S

Hydro Power and Energy Storage (Vorlesung, 2 SWS)

Rutschmann P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

#### **BGU46021: Wasserkraft und Energiespeicherung - Projektarbeit | Hydro Power and Energy Storage - Project Work [Hydro Project]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>70 | <b>Präsenzstunden:</b><br>20         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Jede Gruppe gibt als Leistungsnachweis einen ca. 50-seitigen Abschlussbericht ab und stellt ihre Arbeit in einer Präsentation vor den anderen Kursteilnehmern dar.

Durch dieses Format soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die einzelnen Planungsschritte methodisch richtig durchführen und darstellen können, dass sie in der Lage sind, die erforderlichen Daten richtig zu erheben und dass sie im Stande sind, die von ihnen geplante Anlage in technischer und ökonomischer Hinsicht zu bewerten. Weiterhin wird geprüft, ob die Studierenden die von ihnen erzielten Arbeitsergebnisse systematisch in schriftlicher/zeichnerischer Form darzustellen vermögen, und ob sie in der Lage sind, ihre Arbeit vor einem fachkundigen Publikum in kompakter Form darzustellen. Die Gesamtnote setzt sich aus der Beurteilung des Berichtes und der Präsentation mit einer Gewichtung von 66% und 33% zusammen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Lehrveranstaltung "Hydro Power and Energy Storage"

#### **Inhalt:**

Im Rahmen dieser Projektarbeit wird eine Auslegung und Planung eines Wasserkraftwerkes durchgeführt:

- Aufbereitung der hydrologischen Daten
- Potentialanalyse für ein gewähltes Anlagenkonzept
- Auswahl geeigneter Turbinen und Generatoren
- Dimensionierung und Grobplanung des Bauwerks
- Konzept und Dimensionierung einer Fischtreppe für die Zielfischarten des Standortes
- Erstellung des Leistungsplanes
- Analyse der Wirtschaftlichkeit
- zeichnerische Darstellung der geplanten Anlage

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Projektarbeit sind die Studierenden in der Lage:

- das hydraulische Potential eines Wasserkraftstandortes zu beurteilen
- ein Anlagenkonzept für eine Wasserkraftanlage zu entwickeln
- die wichtigsten Schritte der technischen Planung einer Wasserkraftanlage selbst vorzunehmen
- die hierzu notwendigen Daten zu ermitteln und aufzubereiten
- die Planung zu dimensionieren und in baulicher Hinsicht zu skizzieren
- die Planung hinsichtlich der zu erwartenden Jahreserzeugung und ihrer Gesamtwirtschaftlichkeit zu bewerten
- eine Planung einer Wasserkraftanlage zu analysieren
- eine Planung einer Wasserkraftanlage zu beurteilen
- die Planungsergebnisse systematisch zu beschreiben und vor einer Gruppe fachkundiger Zuhörer darzustellen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

- Kurzvorlesungen zur Einführung in die einzelnen Teilaufgaben
- Diskussion der vorgestellten Methoden
- kleine Gruppen von jeweils 4 Studenten erarbeiten Planungen mit unterschiedlichen Lösungsansätzen
- Eigenarbeit mit bedarfsweiser Unterstützung (Sprechstunden)
- Projektbericht und Projektpräsentation jeder Gruppe als Abschluss

Auf diese Weise erhalten die Studierenden einen vertieften Einblick in die erforderlichen Methoden und lernen durch die Arbeit in kleinen Gruppen diese Methoden direkt anzuwenden, wobei sie bei auftretenden Schwierigkeiten jederzeit Hilfestellung erhalten können.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

Wilfried Dr. Knapp (wilfried.knapp@tum.de)



**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46026: Alpine Naturgefahren | Alpine Hazards [Ri+Kr]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is a written, closed book test of 120 minutes duration. It consists of theoretical questions, practical tasks and calculations. Only a simple scientific calculator and a dictionary are allowed aids.

In the exam, the students demonstrate by answering theoretical questions that they can explain the main processes in alpine watersheds and analyse them concerning the flows of water, debris, the influence on land mass movements and the resulting hazard potential. Furthermore, they show that they understand the working mechanisms of measures for hazard mitigation in mountainous regions. On the basis of practical examples, they show that they can analyse realistic situations and apply mitigation measures in targeted strategies for alpine hazards. Through calculation tasks they prove that they can assess the quantitative aspects of the hazard side and the measure side.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in Geology and Water Management.

#### Inhalt:

Part 1: "Water Management in Mountain Regions"

The students get an introduction on the objectives and means of protective watershed management in alpine regions. The processes in natural landscapes, the relevant influencing factors on runoff and debris flow, the alpine water balance and relevant information sources

for planning are outlined. On basis of this fundamental aspects the development of protection concepts, including strategies, requirements and boundary conditions are explained.

Finally the preventive measures with focus on constructional aspects like hydraulic and biological engineering, the management of alpine protective forest and measures for avalanches control as well as aspects of regional planning are presented and discussed.

## Part 2: "Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards"

The lecture will introduce process understanding of gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards in dynamically changing mountain environments. This includes physical and mechanical aspects of process understanding and stochastic descriptions of magnitude and frequency patterns. On basis of this profound understanding, we will introduce benchmark approaches of how to model and anticipate selected gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards.

These approaches will be evaluated with respect to the presently observed and anticipated Environmental Change in Alpine regions. This will be integrated into the development of sustainable adaptation and mitigation strategies in dynamic Alpine Environments. Best practice examples from different mountain environments will be assessed in a final step.

### **Lernergebnisse:**

After a successful participation in the module the students are able to:

- understand the fundamental natural processes in alpine watersheds,
- understand the main issues in water and debris flow management
- understand the full range of gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards in dynamically changing mountain environments
- analyse the relevant strategies and tools for protection works against alpine hazards
- apply scientific and practical strategies for process understanding, anticipation and mitigation of Alpine Hazards

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of a lecture series. The theoretical framework of processes and dynamics of alpine hazards will be presented in the lecture. Practical Examples illustrate strategies and measures for the anticipation and mitigation of hazards. Furthermore, students are encouraged to study scientific literature in order to enrich the discussion of the issues. In class exercises, selected examples are calculated and distinct quantitative tasks are shown.

### **Medienform:**

Blackboard work and PowerPoint presentation.

### **Literatur:**

Script and PowerPoint slides provided from lecturers.

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren  
(Vorlesung, 2 SWS)

Krautblatter M, Leinauer J, Rimböck A

Water Management in Mountain Regions (Vorlesung, 2 SWS)

Rimböck A ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46027: Abrupte Strömungsänderungen im Wasserbau | Rapidly varying Flows in Hydraulic Engineering

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is a project work. The project work consists of a written preparation and an accompanying presentation with an oral discussion. with an oral discussion.

The project work will be performed in groups of 2 students. Within the project work an advanced hydraulic system will be deeply investigated. The students have to identify the weaknesses of the given hydraulic systems, propose possible counter measures and prove their decision by transient computations. On the basis of the project work, the students show that they are able to implement and modify numerical approaches, compute the pressure and velocity distributions along a given system and evaluate the system characteristics. The methodology and result of the project work has to be documented in a written project report (15-20 pages).

The following oral discussion examines the work done for each student individually. They have to recall the main concepts and contents, explain and modify simple hydraulic systems and evaluate the system characteristics.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The students should know the basics on applied hydromechanics or fluid mechanics, e.g. Hydromechanics, module no. BV000013

**Inhalt:**

Closed conduits – Rapidly varied flows in pipes.

- Main equations, boundary and initial conditions and solution.
- Transient pipe operation modes, like starting a pump or turbine.
- Water hammer and its control.
- Overpressure, cavitation and column separation as causes of damage.
- Utilizing a water hammer to pump water. (experimental work)

Rapidly varied open channel flows.

- Main equations (Saint-Venant), boundary and initial conditions and solution.
- Propagation of free surface waves.
- Surge wave and their meaning.
- Landslide in reservoirs.

Numerical description and implementation

- Simple applications using EXCEL.
- Advanced application using MatLab or Octave.

**Lernergebnisse:**

After successful completion of the module the students are able to explain the behavior of rapidly varied flows in closed conduits as well as in open channel flows. They understand water hammer and open channel phenomena as well as the working principle of a hydraulic ram pump and processes of landslides waves in reservoirs. They can describe the method of characteristic and finite differences method. They are able to compute and modify the simple hydraulic systems using Excel or Matlab. They will be able to calculate the pressure and velocity distribution along a pipeline systems as well as water level and velocity distribution along an open channel. For closed closed conduits system the students will be able to judge the numerical result as well as the system characteristics by evaluating the temporal and spatial pressure and velocity distributions.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The flipped classroom concept is applied. For your preparation there are explanatory videos and reading material provided, which you go through at home on your own for preparation. In the classroom, which are held as online courses, further content is presented and discussed. In addition, the results of the last task are presented by students and the new weekly task is outlined. After the online session you have to extend your learning by finishing the task of the week at home. Step-by-step the codes will be developed building up the basis for you project work. The project work is accompanied the by student's feedback sessions. Hereby the students have the opportunity to explain their project methodology and discuss open questions with the audience. The audience on the other hand should critically question the project methodology and give constructive feedback (student's feedback).

**Medienform:**

Presentations on the blackboard; experiments in the classroom; calculations in PCs using Excel and MatLab or Octave.

**Literatur:**

Chanson, H. (2004). "Environmental Hydraulics of Open Channel Flows." Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 483 pages (ISBN 0 7506 6165 8).

[http://espace.library.uq.edu.au/list/?cat=quick\\_filter&search\\_keys\[0\]=tsunami+surge](http://espace.library.uq.edu.au/list/?cat=quick_filter&search_keys[0]=tsunami+surge)

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert ([tobias.liepert@tum.de](mailto:tobias.liepert@tum.de))

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Rapidly Varying Flows in Hydraulic Engineering (Vorlesung, 4 SWS)

Liepert T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46032: Laborübung Wasserbauhydraulik | Hydraulics in Water Engineering Laboratory [Labor WB-Hydraulik]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

- Kurztestate: Gewichtung 20 %
- Auswertungsmappe: Gewichtung 50 %
- Präsentation der Ergebnisse mit Diskussion: Gewichtung 30 %

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Wasserbauhydraulik (erfolgreiche Teilnahme erforderlich)
- Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft (empfohlen)
- Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft (empfohlen)

#### Inhalt:

In der Vorlesung „Wasserbauhydraulik“ im Masterstudiengang „Bauingenieurwesen“ (auch für Studierende des Umweltingenieurwesens) werden verschiedene komplexe Strömungszustände behandelt, mit denen Wasserbauingenieure in der Praxis häufig konfrontiert sind.

Durch eine Veranschaulichung dieser hydraulischen Vorgänge im physikalischen Modell kann den Studierenden ein besseres Verständnis ermöglicht und zeitgleich der praktische Umgang mit Messinstrumenten sowie die Auswertung von Messdaten nahegelegt werden.

Behandelt werden folgende Themen:

- Charakteristik des Überfalls über Klappen
- Piano key weir
- Pfeilereinfluss auf die Leistungsfähigkeit von Wehren



- Druckverlauf am Wehrrücken
- Schachtüberfall, Hangkanal und Schussrinnen
- Tiefauslass
- Grundablass
- Räumliches Tosbecken
- Wasserschloss
- Kavitation

### **Lernergebnisse:**

Die Teilnehmenden haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls ein tiefes Verständnis für die behandelten, komplexen Strömungsprobleme und können diese im weiteren Berufsleben zuverlässig bearbeiten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

- Einführungsveranstaltung für alle Teilnehmenden
- Eine Woche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach: Messungen zu den 8 Themen an physikalischen Modellen (jeweils ½ Tag, in Kleingruppen)
- Auswertung und Präsentation der Ergebnisse

### **Medienform:**

Skriptum, Tafelarbeit, Übungsblätter, PowerPoint, Filme

### **Literatur:**

- Preißler, Günter und G. Bollrich. Technische Hydromechanik Band 1. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 1985.
- Naudascher, Eduard. Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke. Wien: Springer-Verlag Wien, 1987.
- Blind, Hans. Wasserbauten aus Beton. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, 1987.
- Strobl, Theodor und F. Zunic. Wasserbau: Aktuelle Grundlagen - Neue Entwicklungen. Berlin, Heidelberg: 2006.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Richard Huber [richard.huber@tum.de](mailto:richard.huber@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Laborübung Wasserbauhydraulik (Übung, 3,5 SWS)

Huber R [L], Huber R, Hartlieb A, Schlagenhauer M, Rutschmann P, Schwedhelm H, Scherbaum S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46033: Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Obernach | Laboratory and Field Exercises at the Obernach Lab [VAO\_2016]**

*Blockkurs VAO*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Gespräch, Präsentation (Aufschluss über individuellen Erkenntnisstand bei der Gruppenarbeit, Anwendung der erworbenen Erkenntnisse auf Projektbeispiele), Bericht, Hilfsmittel zugelassen

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grund- und Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft oder entsprechende Bachelorkurse

#### **Inhalt:**

Fünftägige Blockveranstaltung + Bericht

1 Tag Theorie: Grundlagen des wasserbaulichen Versuchswesens, Vorstellung der aktuellen Modellversuche in Obernach.

4 Tage Praxis: Durchführung von Versuchen an aktuellen wasserbaulichen Modellen (Messen, Dokumentieren, Aus- und Bewerten sowie Präsentieren und Diskutieren der Ergebnisse). Ausführlicher Bericht über die Modellprojekte und die daran erarbeiteten Ergebnisse.

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage:

- durch praktische Arbeit mit fließendem Wasser vertieftes wasserbauliches Wissen an Beispielen anzuwenden.
- Fragestellungen von aktuellen wasserbaulichen Projekten aus dem In- und Ausland zu verstehen und erfolgreich zu bearbeiten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung für die Vermittlung der erforderlichen Grundlagen, Führung durch die Versuchseinrichtungen mit den aktuellen wasserbaulichen Projekten für den Bezug der vermittelten Grundlagen zur Praxis, dreitägige Gruppenarbeit im Labor für die Praxiserfahrung, eigene Präsentation für die Analyse und Zusammenfassung der erarbeiteten Ergebnisse, Verfassen eines ausführlichen Berichts

**Medienform:**

Vorlesung (90 min), 2 h Führung durch Versuchshallen, 3 Tage Gruppenarbeit an wasserbaulichen Modellversuchen, 1 Tag Präsentation und Diskussion, Verfassen eines Berichts .

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Arnd Hartlieb (arnd.hartlieb@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Obernach (Übung, 3 SWS)

Hartlieb A [L], Hartlieb A, Huber R, Schlagenhauser M, Scherbaum S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46034: Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen | Hydraulic Machinery and Plants Laboratory [HMA]

Laborübung HMA

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Durch das Kurztestat weisen die Studierenden vor Durchführung des Versuches nach, dass sie die für das Experiment erforderlichen theoretischen Grundlagen verstanden haben. In der Ausarbeitung beschreiben die Studierenden den Versuchsaufbau sowie die Versuchsdurchführung. Sie werten die ermittelten Messwerte aus, stellen sie graphisch dar und diskutieren deren Übereinstimmung mit den theoretisch zu erwartenden Ergebnissen. Hierbei weisen die Studierenden nach, dass sie sowohl in der Lage sind, ein Experiment korrekt durchzuführen als auch dessen Ergebnisse darzustellen und zu interpretieren.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse in der Hydromechanik

#### Inhalt:

Demonstration der Funktionsweise hydraulischer Strömungsmaschinen und Anwendung experimenteller Techniken. Hierzu führen die Teilnehmer in kleinen Gruppen (max. 5 Pers.) Messungen an Pumpen, Turbinen und Anlagenteilen durch und werten diese aus.

Folgende Versuche werden durchgeführt:

- Messung von Druck, Strömungsgeschwindigkeit und Durchfluss in Kanälen, Leitungssystemen und Strömungsmaschinen.

- Bestimmung der Betriebseigenschaften (Kennlinien, Kennfelder) hydraulischer Maschinen am Beispiel von Kreiselpumpe, Pelton turbine und Francis turbine.

**Lernergebnisse:**

Nach diesem Laborpraktikum verstehen die Studierenden die Maschinentechnik und die strömungstechnischen Vorgänge in und um Wasserkraftanlagen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

- Vermittlung des theoretischen Hintergrundes in Vorlesungsform,
- Diskussion und dadurch Vertiefung der Inhalte in Gruppenterminen vor und während der Versuche,
- Demonstration von und eigene Experimente an hydraulischen Maschinen und Anlagen
- Anwendung der Kenntnisse bei der Ausarbeitung

Durch diese Form der Lernergebnisübermittlung wird erreicht, dass die Studierenden die für das Verständnis des Experimentes erforderlichen theoretischen Grundlagen verstehen. Bei der Versuchsdurchführung und -ausarbeitung lernen die Studierenden sowohl die dargestellten Strömungsphänomene durch Anschauung zu begreifen, als auch ein Experiment korrekt durchzuführen sowie dessen Ergebnisse strukturiert darzustellen und zu interpretieren.

**Medienform:**

Skriptum in gedruckter Form,  
PowerPoint Präsentation in der Vorlesung

**Literatur:**

Literaturliste im Skriptum enthalten

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen (Übung, 2 SWS)

Aguirre Iniguez D [L], Rutschmann P, Schwedhelm H, Giehl S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46040: Meeres- und Windenergie | Ocean and Wind Energy [OWE]**

*Potentiale, Grundlagen und technische Möglichkeiten der Nutzung von Meeres- und Windenergie*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung ist eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch die Klausur wird überprüft, ob die Studierenden in der Lage sind, in begrenzter Zeit Lösungswege in Bezug auf die Abschätzung der Potenziale regenerativer Energiequellen, des Technologieeinsatzes der Meeres- und Windenergie sowie der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen dieser Energieträger aufzuzeigen. In den allgemeinen Fragen wird das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Technologie und Randbedingungen in Planungen und Auslegungen von Energiewandlungsanlagen abgeprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Hydromechanik,

z.B. Vorlesungen

Fluidmechanik, Modul-Kennung BV410008

Hydromechanik, Modul-Kennung BV410013

Fluid- und Festkörpermechanik, Modul-Kennung BV410014

### **Inhalt:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und gibt einen Überblick über die regenerativen Energiequellen Wind- und Meeresenergie und die Technologien zu deren Nutzung in Grundlagen und Beispielen.

Für die erneuerbaren Energieträger Windenergie und Meeresenergie (Gezeiten- Strömungs-, thermische, osmotische und Wellenenergie) werden jeweils folgende Aspekte betrachtet:

- \* Überblick über die grundsätzlichen Nutzungsmöglichkeiten
- \* Entstehung, Größe und Verteilung der Potentiale
- \* historische Entwicklung der Technologie zur energetischen Nutzung
- \* theoretische Grundlagen der Energiewandlung
- \* Funktionsweise, Aufbau und Eigenschaften der etablierten als auch von vorgeschlagene oder in der Entwicklung befindlichen Technologien
- \* Überblick über frühere, aktuelle und vorgeschlagene Projekte
- \* Installation und Betrieb, Umweltauswirkungen.
- \* Grundlagen der Konstruktion und Planung

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Potentiale der regenerativen Energieformen Wind- Meeresenergie zu kennen und zu bewerten
- die Prozesse zu verstehen, durch die diese regenerativen Energieformen entstehen
- die etablierten und neu vorgeschlagene Technologien zu deren Nutzung zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten
- die physikalischen und technischen Grundlagen der Energiewandlung zu verstehen und anzuwenden
- Auslegungen und Planung von Anlagen der genannten Energiewandlungsanlagen zu verstehen und vorzunehmen
- die ökologischen Auswirkungen dieser Energiewandlungsanlagen zu bewerten
- die Unsicherheiten und Risiken der Technologien abzuschätzen
- die ökonomischen Chancen und Risiken der Technologien einzuschätzen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen zu relevanten Beispielen ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die Zusammenhänge zu intensivieren.

### **Medienform:**

Power Point Präsentation mit Filmsequenzen und Animationen

### **Literatur:**

Hau, Erich; Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Springer, Berlin; 2nd rev. ed. (15. November 2005) ISBN-10: 9783540242406, ISBN-13: 978-3540242406

Hau, Erich; Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer, Berlin; Auflage: 4., vollst. neu bearb. Aufl. (Januar 2008) ISBN-10: 3540721509, ISBN-13: 978-3540721505

Kaltschmitt, Martin; Renewable Energy: Technology, Economics and Environment Springer Berlin Heidelberg (9. Dezember 2009), ISBN-10: 3642089941, ISBN-13: 978-3642089947

Kaltschmitt, Martin; Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Berlin; Auflage: 4., aktualis., korrig. u. erg. A. (25. August 2009), ISBN-10: 9783540282044, ISBN-13: 978-3540282044

Gasch, Robert; Windkraftanlagen, Teubner B.G. GmbH; 4. Auflage, Dezember 2005, ISBN-10: 3519363348, ISBN-13: 978-3519363347

Gasch, Robert, Jochen Twele; Wind Power Plants, Fundamentals, Design, Construction and Operation. ISBN: 978-3-642-22937-4 (Print) 978-3-642-22938-1

Charlier, R.H. and Finkl, C.W.: Ocean Energy – Tide and Tidal Power; Springer Verlag Berlin / Heidelberg 2009, ISBN 978-3-540-77932-2

Ross, David; Power from the Waves; Oxford University Press, 1995, ISBN 0-19-856511-9

McCormick, Michael E.: Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications Inc., Mineola, New York 2007; ISBN 978-0-486-46245-5

Arthur Pecher, Jens Peter Kofoed, Editors: Handbook of Ocean Wave Energy, Springer Open, Ocean Engineering & Oceanography ISBN 978-3-319-39888-4 ISBN 978-3-319-39889-1 (eBook)

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU46041: Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung | Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA\_SEM]**

*Implementierung von Integriertem Wasserressourcenmanagement in Bayern und international anhand von praktischen Beispielen*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung setzt sich zusammen aus einem mündlichen Vortrag (20') im Rahmen des Seminars sowie einer schriftlichen Ausarbeitung von max. 10 Seiten. Die Gewichtung ist 50/50.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Wassermanagement

z.B. durch Besuch der Vorlesung „International Water Policy and Law“ (Wintersemester)

#### **Inhalt:**

Das Seminar setzt sich aus drei Säulen zusammen:

##### **1. Input aus Bayern**

Es werden in Zusammenarbeit mit Gastdozenten aus verschiedenen bayerischen Behörden und Verbänden (z.B. Umweltministerium, Landratsamt, Wasserwirtschaftsamt, kommunale Zweckverbände) aktuelle, reale Fallbeispiele aus Wasserrecht und -politik in Bayern besprochen und in Zusammenhang zu vergangenen Erfahrungen gestellt. Diese Fallbeispiele sollen eine inhaltliche Vertiefung zur Vorlesung im Wintersemester bieten und komplexe Strukturen sowie

den Lösungsprozess veranschaulichen. Soweit zeitlich möglich können auch inhaltlich passende Exkursionen angeboten werden.

Die Themen umfassen z.B.:

- Prinzipien und Indikatoren einer Good Water Governance und ihre Anwendung
- Prozesse im Wassersektor anhand ausgewählter Beispiele: komplexe Strukturen, Verknüpfungen und Schwachpunkte
- Wasserrecht in der Praxis z.B. Ausweisung Wasserschutzgebiet
- Zusammenspiel staatlicher, halbstaatlicher und privater Akteure im bayerischen Wassersektor
- Umsetzung der EU-WRRL auf lokaler Ebene
- Öffentlichkeitsbeteiligung: Chancen und Herausforderungen
- Ethische Randbedingungen für IWRM in Fallbeispielen: Verantwortung, Bewertung, Strategien

## 2. Output international

Gleichzeitig führen die Studierenden eigenständige Recherchearbeiten durch und bearbeiten dabei ein konkretes internationales Fallbeispiel (z.B. im SS 17 Wassersektor in Kenia). Durch eine umfassende Bestandsaufnahme soll die Problemlage verstanden und aufbauend auf den besprochenen Lösungsansätzen in Bayern angepasste Strategien entwickelt und deren praktische Umsetzung vorgeschlagen werden. Die Themen werden im Zweier-Team bearbeitet und präsentiert und sind z.B.

- Wasserwirtschaftliche Grunddaten
- Strukturen und Mitarbeiter im Wassersektor
- Wasserwirtschaftliche Kernaufgaben: Monitoring, Wasserbau, Schutz und Nutzung
- Rechtslage
- Finanzierung
- Ausgewählte Prozesse

## 3. Diskussion und Abstrahierung

Während des Seminars gibt es viel Raum für Diskussionen und Entwicklung neuer Ideen. Diese sollen nicht nur in die Bearbeitung des internationalen Fallbeispiels einfließen. Als Ergebnis soll zudem während des Seminars von Dozenten und Studierenden gemeinsam ein allgemeiner Fragenkatalog zur Beschreibung und Evaluation wasserwirtschaftlicher Systeme weltweit erarbeitet werden.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- normative Strukturen im Wassersektor zu verstehen.
- die konkreten Herausforderungen im Wassersektor, insbesondere im internationalen Kontext, abzuschätzen.
- wasserwirtschaftliche Systeme mithilfe von technischen und nicht-technischen Indikatoren zu analysieren.

- vertieftes Wissen über integrierte Wasserressourcenmanagement in der Praxis anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Seminarinhalte werden in Form eines Vortrags der Dozenten präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitend werden konkrete Fallstudien bearbeitet. Durch viel Raum für Diskussionen wird den Studierenden ermöglicht, sich einzubringen, Zusammenhänge zu intensivieren und eigene Lösungsvorschläge für ihre Teilaufgabe heraus zu arbeiten. Während des Seminars stellen die Studierenden ihre Teilaufgaben im Rahmen eines Vortrags vor.

**Medienform:**

PowerPoint-Präsentationen

Material und Pläne von Fallstudien

Ggf. Filmsequenzen

**Literatur:**

Siehe Beschreibung des Seminars

**Modulverantwortliche(r):**

Patalong, Hannah

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46047: Flussgebietsmanagement - technische sowie ökologische Rahmenbedingungen und Fallbeispiele | River Management - Technical, Ecological and Practical Aspects**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The examination consists of a written report of about 7500 (+/- 1000) words, which will be performed as group work of 3 to 4 students plus two mid-term presentations.

With the report, the students demonstrate their ability to apply respectively develop comprehensive river management strategies by working on different case studies with technical or ecological needs that require action in river basins. The written group report has two main parts. In the first part of the group report, the students analyze a large-scale technical or ecological problem situation, autonomously create solution strategies, and, with the help of a developed criteria catalogue and group discussions, decide on a preferred comprehensive river management strategy. In the second part of the group report, the students demonstrate their ability to implement a selected small-scale strategy by evaluating advantages and disadvantages of different habitat modeling methods in a case study at an alpine torrent. The students further demonstrate their ability to complete the required field data collections, numerical modeling and habitat modeling techniques in a team environment.

The report will be supplemented by two presentations (large-scale river management strategies; Implementation of a small-scale strategy at a case study) to the whole group of about 10-15 min. and an additional 10-15 min. for questions from the audience. With the mid-term presentations the communicative competence will be assessed, while presenting first results and approaches. By presenting their work, the students show that they know the fundamentals needed to develop comprehensive river management strategies and field work case studies, understand the involved processes in a general way and can present their work in a concise and precise manner. The midterm presentations allow the students to present the developed large-scale river management strategies (1st presentation) and their case study concepts and setup (2nd presentation) and

to receive feedback on ideas before developing them further/conducting their case studies. Furthermore, this creates a space for discussing the concepts and approaches with fellow students.

### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basic knowledge of hydromechanics and morphodynamics which will be taught in:

Hydraulic and Water Resources Engineering Basic Module BV000030

River Engineering and Hydromorphology BV170004

### **Inhalt:**

The main goal of this module is the transfer of real river engineering and aquatic ecology questions in the classroom by combining theoretical background with practical applications of river management. Moreover, relevant aspects of ongoing research are included and discussed. In the first part, the general principles of integrated river engineering and the legal framework are introduced in the form of lectures. The detailed technical and ecological needs are discussed and students work on creating their own river management strategy. In the second part, the kind of data required for the realisation of the strategies, different ways of obtaining the data as well as the data processing for models is explored in more detail. The students will apply this knowledge by conducting field measurements at the river, data post processing, and the creation and application of models in computer hands-on exercises.

In the course the following aspects are covered:

- Legal frameworks in river engineering planning and their practical application
- Fundamental concepts and boundary conditions of river and habitat modelling
- Ecological benefit analysis of water engineering projects
- Functioning of aquatic ecosystems
- Analysis of engineering impacts and mitigation strategies, in theory and practice

### **Lernergebnisse:**

After successful completion of the module the students are able to

- \* analyse river management issues regarding legal frameworks
- \* understand different applications of river modelling in real world situations
- \* understand the interaction of technical and ecological needs in river basins
- \* understand the interaction of hydraulic parameters and habitat evolutions
- \* conduct field measurements in the context of habitat modeling at small alpine rivers
- \* acquire data and post-process them for application in their models
- \* evaluate measures and develop sustainable solutions
- \* create river habitat models
- \* evaluate the impact / benefit of comprehensive river management strategies according to legal frameworks

In summary, students will have a deeper comprehension for the integration of ecological questions in planning processes for civil structures and are able to create comprehensive river management strategies.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The first seminar in the winter semester consists of lectures, exercises and group work, interactive discussions and a presentation. The lectures will be held as a blended learning format, using synchronous (live online lectures and discussions) as well as asynchronous methods (e.g. literature study, discussion forum). During the exercises and group work, the students have the opportunity to practically apply the new knowledge, identify specific problems and deepen their understanding of hydromorphological modeling as well as aquatic ecosystem functioning. Demonstrations and hands-on guidelines will be provided to guide and support the students in their work. In group sessions and discussions, the students analyze and define problems and try to find solutions, allowing for an interactive exchange between the students and a deepening of the topics. Additionally, the students will give a mid-term presentation on their task, allowing the students to highlight their approach and discuss critical aspects.

Within the course the students learn to understand aquatic ecosystem management by hands-on experience as well as to present and interpret the results obtained.

The second seminar in the summer semester consists of integrated practical training in a case study at an alpine torrent, conducting field data collections and performing numerical simulations in hands-on-exercises. By performing different fish habitat modelling techniques on a small river basin, students learn to derive the advantages and disadvantages of different approaches. In this context the field work helps to understand the linkage between created models and real world data. The derivation of habitat suitability on the basis of self-generated data and models consolidates and deepens the understanding of the connection of hydraulic, morphologic parameters with biological factors and processes. The final implementation of selected river management strategies in the models underlines the need for comprehensive river management strategies and for the consideration of ecological aspects in engineering projects.

This module enables the students to combine theoretical and practical engineering and environmental knowledge they are taught in the standard lectures and realize the practical relevance and significance of this knowledge in civil engineering projects. The course provides students with the opportunity of learning through conducting their own research and deriving and analysing their new findings.

### **Medienform:**

power point presentations in the lectures or live online lectures (blended-learning format), manuals, journal papers, field data collection, modeling on computers

### **Literatur:**

-Wetzel Robert G. (2001): Limnology: Lake and River Ecosystems, Academic Press  
-Gilvear David J., Greenwood Malcolm T., Thoms Martin C. (2016) (Eds.): River Science - Research and Management for the 21st century. Wiley Blackwell

- Schmutz Stefan & Sendzimir Jan (Eds.) (2018): Riverine Ecosystem Management - Science for Governing Towards a Sustainable Future. Springer, Cham, Aquatic Ecology Series 8: 1-571
- More literature will be provided during the seminar (Journal papers)

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sustainable river management – technical and ecological needs (Seminar, 2 SWS)

Schletterer M, Reisenbüchler M, Schwedhelm H, Fuchs Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170051: Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen | Energy Economics and Hydro Power [GODDE]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Einmalig |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30   |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam in this module is a written exam of 60 minutes in which the students have to answer questions in the field of energy topics, both economics and technical aspects in a closed books exam.

The comprehension of the lecture contents is also checked by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

For Master students in Environmental Engineering:

Course only available as part of module "Energy Economics, Hydro Power and Energy Storage" (BGU46023).

#### **Inhalt:**

Energy mix, power gap, increase of oil price, price fixing, nuclear phase out, grid stability, primary energy reserves, Kyoto protocol, CO2 emission trading, power prices, power trading, security of supply, environmental compatibility: These are the topics dominating the news when it comes to energy economics. How do these issues relate to each other? Which rules do energy economics follow? Conventional power or renewable energies: Contradiction or complement? What about the Interaction between energy economics and legislation, society, media or politics?



Hydro power plays a particular role within energy economics. Therefore the second part of the lecture deals with hydro power, being the most important renewable energy. Questions to be discussed will be: What are the potentials of hydro power? What is hydro power's relevance concerning the power mix? Based on a real example of a hydro power project issues as approval procedure, economics calculation, planning, construction, operation and maintenance strategy will be presented. Also this part of the lecture will demonstrate the numerous interfaces between engineering and other aspects linked to it.

**Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able to contribute to discussions with the various stakeholders on energy economics and know the various options of power production and its implications. They get an insight in the complex structure of energy and power supply from upstream to downstream.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture is aimed at providing insight into the various aspects of energy economics and at imparting knowledge to the engineer as a basis for working in an unusual and interesting environment. PowerPoint presentation and blackboard explanation for visualizing the topics. There are also discussions with the students during the lectures so they can get a deeper insight in practical experience with the topics.

**Medienform:**

PowerPoint presentation and blackboard explanation.

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Yannic Fusch (yannic.fuchs@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Energy Economics and Hydro Power (Vorlesung, 2 SWS)

Godde D ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460012: Fließgewässer als Lebensraum | Rivers as an Ecosystem [KS\_4]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die schriftliche Modulprüfung (120 min) besteht aus zwei thematischen Gebieten, in denen die Studierenden die Fragestellungen zur Ökohydraulik und aquatischen Ökologie ohne Hilfsmittel bearbeiten sollen. Zudem wird das Verständnis der gelernten Bemessungsmethoden in Form einfacher Transferaufgaben, welche sich an den vorgestellten Anwendungsbeispielen orientieren, geprüft. Ferner wird das interdisziplinäre Verständnis in Form von fächerübergreifenden Fragestellungen (Wasserbau - Ökohydraulik - aquatische Ökologie) geprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Besuch der Module

"Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft", Modul Nr. BV000030

und

"Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft", Modul Nr. BV000048

#### **Inhalt:**

Das Modul kombiniert die beiden Themengebiete Ökohydraulik und aquatische Ökologie um den Lebensraum von Fließgewässern umfassend zu behandeln.

Ökohydraulik:

- Flora und Fauna in und an Flussgebieten; Auen Vegetation

- Interaktion zwischen Fluss und Einzugsgebiet
- Durchgängigkeit: Anforderungsprofil, mögliche Formen, bauliche Umsetzung, Regelwerke
- Entwurf und Bemessung von Fischaufstiegsanlagen und Rampen
- Wasserrahmenrichtlinie, Wasserhaushaltsgesetz

#### Aquatische Ökologie:

- Besonderheiten des Lebensraums Wasser, Gewässertypen; Life support services und threats; Gashaushalt, trophische Beziehungen, Nährstoffe und ihre Dynamik;
- Fließgewässer als dynamische Systeme: Besonderheiten, Funktion und Gefährdung, Zonierung, Bioindikation;
- Stehende Gewässer: Ökologische Einteilung, Besonderheiten, Gefährdung,
- Beispiele: Biodiversität, Aussterbestrudel und Gefährdungsfaktoren in aquatischen Ökosystemen; Schutzkonzepte und Conservation Biology;
- Ökotoxikologische Aspekte: Endpoints, Xenobiotika und endokrine Disruptoren; Bedeutung und Einfluss der Nutzung auf aquatische Ökosysteme

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundlagen der Ökologie und des Chemismus von Gewässern sowie die interdisziplinären Zusammenhänge und die Besonderheiten aquatischer Ökosysteme zu verstehen
- die Regelwerke zur Bemessungen von Bauwerken zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit anzuwenden
- die zeitliche und räumliche Verteilung von Biodiversität und Produktivität in aquatischen Ökosystemen zu analysieren
- Effekte menschlicher Eingriffe in aquatische Ökosysteme abzuschätzen und zu bewerten

#### Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags vermittelt, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen relevanter Fallbeispiele ermöglichen, den Studierenden sich einzubringen und gelernte Zusammenhänge zu intensivieren.

In die Vorlesung sind auch themenfeldspezifische Gruppenarbeiten im Hörsaal integriert, bei denen die Studierenden einfache Berechnung und Problemfallstudien selbständig durchführen und im Anschluss ihre Ergebnisse in großer Runde zur Diskussion stellen.

#### Medienform:

Tafelarbeit; PowerPoint-Folien; Rechenbeispiele etc.

**Literatur:**

Schwörbel, Jürgen: Einführung in die Limnologie, Springer Spektrum 2013, ISBN-13: 978-3827421531  
Primack, Richard B.: A primer of Conservation Biology, Palgrave Macmillan 2004, ISBN-13: 978-0878937288  
Pullin, Andrew S.: Conservation Biology, Cambridge University Press 2002, ISBN-13: 978-0521644822  
Helfman, Gene S.: Fish Conservation, Island Press 2007, ISBN-13: 978-1559635967  
Postel, Sandra & Richter, Brian: Rivers for Life: Managing water for people and nature, PAPERBACKSHOP UK IMPORT 2003, ISBN-13: 978-1559634441  
Di Giulio, Richard T. & Hinton, David E.: The toxicology of fishes, CRC Press, 2008, ISBN 0203647297, 9780203647295

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460014: Hydrodynamische Modellierung für Umweltingenieure | Environmental Hydrodynamic Modelling [BUI\_4]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulleistung wird in Form von einer Präsentation, einem Bericht und einer schriftlichen Prüfung erbracht. Dadurch sollen die Studierenden nachweisen, dass sie funktionelle Zusammenhänge der hydrodynamischen Modellierung verstanden haben und auch unter zeitlichem Druck anwenden können. Dabei sind keine Hilfsmittel erlaubt.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Wasserbau und Wasserwirtschaft

#### **Inhalt:**

WS - Kurs: Environ. Hydr. Model. I

- Konvektion Diffusion Gleichung und numerische Verfahren für 1D Probleme
- Flachwassergleichungen und numerische Verfahren für 1D / 2D Probleme
- Programmierung mit EXCEL für differente Schemen und einfache Anwendungen
- Erweiterte Konvektion Diffusion Gleichung und numerische Lösung für idealisierte Gewässer (1D, stationäre Strömung)
- Verwendung des EXCEL-Programms zur Berechnung DO / BOD in Flüssen und Sedimentation im Absetzbecken

SS - Kurs: Environ. Hydr. Model. II

- 3D numerische Modelle und Computersimulation
- Verwendung des FLOW3D Programms zur Berechnung der Flussströmung, des Schadstofftransports und der Sedimentation im Absetzbecken

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreichem abschließen dieses Moduls in der Lage:

- die hydrodynamischen Prozesse im Wasserbassin vertieft zu verstehen,
- das CFD-Werkzeug für die einfachen 1D Probleme bzgl. der Flussströmung, der Wasserqualität und des Absetzbeckens mittels des EXCEL-Programms anzuwenden,
- Das Programm FLOW 3D zur Untersuchung anderer komplexen 3D Probleme anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

**Medienform:**

Tafel, Computer

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Hydrodynamic Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460019: Verkehrswasserbau und Wasserstraßen | Inland Navigation Management and Constructions [HE]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2012/13

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

In der schriftlichen Klausur (60 min) wird geprüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen des Verkehrswasserbaus verstanden haben und das Wissen in begrenzter Zeit komprimiert wiedergeben können, sowie Lösungen zu Anwendungsproblemen unter festen zeitlichen Vorgaben aufzeigen können. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelorstudium im Bauingenieur- oder Umweltingenieurwesen

#### **Inhalt:**

1. Verkehrssystem Schiff/Wasserstraße
  - Verkehrswirtschaft (Verkehrsaufkommen, -leistung, -entwicklung)
  - Wasserstraßennetz (Struktur, Klassifizierung, Perspektiven)
2. Fahrdynamik von Binnenschiffen
  - Manövrierorgane (Propeller, Ruder)
  - Schiffsumströmung
  - Fahrrinnenabmessungen bei Einzel- und Begegnungsfahrt
  - Fahrrinnentrassierung
3. Natürliche Binnenwasserstraßen

- Strombau (Buhnen, Parallelwerke, Ufersicherungen)
- Geschiebemanagement

#### 4. Schleusen

- Schleusentypen
- Konstruktionsprinzipien
- Füll- und Entleerungssysteme
- Schleusenausrüstung
- Erhaltungsmanagement
- Schleusenvorhöfen
- Beispiele für den Ausbau von Vorhöfen

#### 5. Künstliche Binnenwasserstraßen (Kanäle):

- Historische Kanäle (Canal du Midi, Ludwig-Donau-Main-Kanal)
- Moderne Kanäle (Regelquerschnitte, Dammsicherheit, Kreuzungsbauwerke)
- Beispiel Wasserstraßenkreuz Magdeburg (Kanalbrücke, Sparschleusen, Schiffshebewerk)

#### 6. Umweltschutz, Naturschutz, Landschaftspflege:

- Rechtsgrundlagen
- Berücksichtigung bei der Wasserstraßenunterhaltung (Unterhaltungspläne, Unterbringung von Baggergut)
- Berücksichtigung bei Aus- und Neubaumaßnahmen Umweltverträglichkeitsuntersuchung, Landschaftspflegerische Begleitplanung)
- Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie
- Ökologische Durchgängigkeit an staugeregelten Wasserstraßen

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- grundlegende Kenntnisse über die verkehrswirtschaftliche Bedeutung der Binnenschifffahrt anzuwenden und zu vermitteln;
- Aussagen über die hydraulischen Wechselwirkungen zwischen Schiff und Wasserstraße zu machen und bei Projektierungen zu beachten;
- Bau, Betrieb und Unterhaltung natürlicher und künstlicher Binnenwasserstraßen einschließlich der Belange Umweltschutz, Naturschutz und Landschaftspflege zu verstehen und planerisch umzusetzen.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Um das Modul erfolgreich zu absolvieren, muss die Wissensvermittlung überwiegend durch Beispiele aus der Praxis erfolgen. Diese Beispiele der Wasserstraßen aus ganz Deutschland lassen sich am besten durch einen Folienvortrag vermitteln. Wo möglich, werden auch Videoclips vorgeführt, um die komplizierte Dynamik des Schiffsverkehrs plastisch zu machen. Am Ende



des Moduls wird eine eintägige Fachexkursion angeboten, in der Verkehrswasserbauwerke und Baustellen besichtigt werden.

**Medienform:**

PowerPoint-Präsentation

**Literatur:**

Vortragsfolien als Vorlesungsskript

**Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

LV-Nr. 0000001776

Prof. Dr. Christoph Heinzelmann

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 4: Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy | Field of Study 4: Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy

### Pflichtmodule | Required Modules

### Modulbeschreibung

### BGU66022: Grundwasserhydraulik | Groundwater Hydraulics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module is validated by a written exam (90 min). In the written exam the students demonstrate their ability to understand basic principles in groundwater hydraulics (basic terms of ground water hydraulics, mathematical models to describe the water movement within the porous medium (Darcy's Law, potential flows), continuity for confined and unconfined aquifers, differential equations describing subsurface flows and their solutions) and apply these principles on simplified engineering and hydrogeological problems. Besides the students have to solve arithmetic problems stemming from hydrogeological case studies and performed hydraulic field tests to train their skilled theoretical knowledge. In the written exam, a hand-written A4 sheet is allowed as auxiliary means together with a non-programmable pocket calculator.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic understanding of Hydrogeology, Mathematics, Physics and Chemistry is recommended. Students should be interested in working with mathematical models and in applied hydrogeology. It is mandatory that students have attended successfully the module Hydromechanik (B.Sc.) or an equivalent and have some basics in geology (Introduction to Geology, BGU67002). It is recommended that students have fundamental skill in Excel and Matlab or a similar programming language.

### **Inhalt:**

In the module are taught the fundamentals of Groundwater Hydraulics and the essential elements of Advanced Hydrogeology:

Groundwater Hydraulics:

- Fundamental concepts and terms in Groundwater Hydraulics
- Fundamentals and flow in a porous medium (Darcy's law and generalizations)
- Conservation laws (differential equations) for mass and momentum in confined and unconfined groundwater aquifers
- Solutions of the differential equations in simple flows (uniform flow, flow towards a well, dimensioning of a well)
- Unsteady flow towards a well, pumping test
- Fundamentals of numerical methods to solve groundwater flows

Advanced Hydrogeology:

- Fundamentals of water flow in the saturated zone (Darcy's law)
- Analysis of pump tests in complex porous aquifers
- Analysis of pump tests in fractured rocks with matrix porosity (Double-porosity systems)
- Soil water transport
- Flooding and feedback to groundwater
- Redox processes in a river (nitrogen cycle)

### **Lernergebnisse:**

After participating in the module, the students are able to:

- understand and apply basic concepts in groundwater hydraulics and solve complex hydrogeological problems in order to analyse groundwater hydraulic problems and evaluate groundwater resources and flow, to interpret hydraulic tests in porous and fractured groundwater media and to understand chemical field data
- apply mathematical models to describe simplified groundwater flow and hydrogeological problems
- evaluate and interpret hydraulic field tests (including pumping tests in unconsolidated and consolidated rock) concerning storativity and transmissivity of the aquifer
- analyse biogeochemical processes in aquifers related to the nitrogen cycle
- describe hydraulic questions by using mathematical equations and implement them in models

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module Groundwater Hydraulics consists of a lecture and a lecture with integrated exercises. Groundwater Hydraulics and Advanced Hydrogeology. The basic knowledge in groundwater hydraulics is taught by class room lectures and tutorials with exercises examples. The lecture is accompanied by a written script, homework exercises and matlab scripts which the students use to achieve programming skills.

The underlying teaching philosophy of the lecture Advanced Hydrogeology is problem-based learning. The core of the courses consists of a series of tutorials (6), which should expose the students to important hydrogeological questions, problems and methodologies. Each scientific topic will be started with a thematic refresher and a lecture. After the lecture there will be a tutorial

and this tutorial trains the students' expertise by having 'hands-on' the models (self-programmed models in spreadsheets and professional software for data interpretation). This means students are working on the tutorials in class (computer room) in order to actively learn on formulating and solving problems in the field of applied hydrogeology and biogeochemistry. At the end of each lecture a small group of students will discuss the results of the tutorial by short Power Point presentations.

**Medienform:**

Power-point presentation, black board, calculation exercises, pc-lab, discussion, recommended literature

**Literatur:**

Fetter CW (2001): Applied Hydrogeology, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, 598 pp.  
Langguth HR, Voigt R (2004): Hydrogeologische Methoden. 2. Ed, Springer, Berlin.  
Fetter, CW (1999): Contaminant Hydrogeology, 2nd ed. Prentice Hall, New Jersey, 500 pp. (1st edition: 1993).  
Domenico PA, Schwartz FW (1998): Physical and chemical hydrogeology. 2nd edition, Wiley.  
Appelo CAJ, Postma D (2006): Geochemistry, groundwater and pollution. Balkema, Leiden.  
Kinzelbach W, Rausch R (1995): Grundwassermodellierung - Eine Einführung mit Übungen. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 283 pp.  
Holzbecher E (1996): Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrologie - Grundwasser und ungesättigte Zone. S. Springer, Berlin, 364 pp.  
Rausch R, Schäfer W, Wagner Ch (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 183 pp.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Florian Einsiedl, f.einsiedl@tum.de, Chair of Hydrogeology

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vertiefung Hydrogeologie für Umweltingenieure (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)  
Einsiedl F, Rein A, Wunderlich A

Grundwasserhydraulik (Vorlesung, 2 SWS)

Manhart M, Unglehart L

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU66023D2: Die gesättigte und ungesättigte Zone: Prozessverständnis und Modellierung | The Saturated and the Unsaturated Zone: Process Understanding and Modelling**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisesemestrig  | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Siehe englische Beschreibung.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlegendes Verständnis von Hydrogeologie, Geologie, Umweltgeologie, Mathematik, Physik und Chemie wird empfohlen. Die Studierenden sollten sich für die Arbeit mit mathematischen Modellen interessieren. Es wird empfohlen, dass die Studierenden Wissen in Grundwasserhydraulik, Umweltmonitoring, Hydromechanik und Geologie vorweisen (z. B. durch die BSc-Module Grundmodul Hydrologie, Umweltmonitoring und Risikomanagement, Hydromechanik und Geologie)

#### **Inhalt:**

- Grundlagen der Grundwasserbewegung, Analyse der Einflussfaktoren auf den Grundwasserfluss
- Beispiele für die Anwendung von Grundwassermodellen
- Erfassung und Verarbeitung von Daten für die Modelleingabe, Interpolationstechniken, Bewertung der Datenqualität
- Aufbau eines hydrogeologischen Modells, Numerische Methoden in der Grundwassermodellierung
- Aufbau eines numerischen Grundwassermodells, Modelldiskretisierung, Randbedingungen, Modellparametrierung

- Simulationsläufe, Modellkalibrierung und Validierung
- Interpretation und Nachverarbeitung der Ergebnisse
- Hydrologische Prozesse an der Oberfläche, die den Bodenfeuchtigkeitsgehalt steuern
- Ableitung der Strömungsgleichung in der ungesättigten Zone
- Einführung in implizite und explizite numerische Methoden zur Lösung der Gleichung für die Strömung in der ungesättigten Zone
- Durchfluss in der ungesättigten Zone mit OTHM
- Modellkalibrierung, Inverse Modellierung
- Entwicklung von Matlab-Skripten für die Lösung ausgewählter Übungen

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls werden die Studierenden in der Lage sein:

- Einfache Strömungs- und Transportsimulationen für das Grundwasser durch den Aufbau eines eigenen FEFLOW-Modells anzuwenden
- Wasserressourcen und Strömungen in der gesättigten Zone zu beschreiben und zu analysieren
- Geologische Informationen in das numerische Grundwassermodell zu integrieren
- Simulationen in Bezug auf reale Beobachtungen, Daten- und Modellunsicherheiten zu bewerten
- komplexe hydrogeologische Probleme zu verstehen und mathematisch zu beschreiben
- hydraulische Feldversuche (einschließlich Pumpversuche in nicht konsolidiertem und konsolidiertem Gestein) auszuwerten
- biogeochemische Prozesse in Grundwasserleitern im Zusammenhang mit dem Stickstoff- und Schwefelzyklus zu analysieren
- hydraulische Fragen mit mathematischen Gleichungen zu beschreiben und sie in Modellen zu implementieren
- die grundlegenden hydrologischen Prozesse in der ungesättigten Zone zu verstehen und zu steuern
- die Strömungsgleichung für die ungesättigte Zone anzuwenden
- Durchfluss- und Transportmodellierung auf Basis von Feldmessungen zu erstellen
- die folgenden Werkzeuge anzuwenden: MATLAB und OTHM

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Die zugrundeliegende Lehrphilosophie des Moduls ist das problemorientierte Lernen. Der Kern der Kurse besteht aus einer Reihe von Tutorien, die die Studierenden mit wichtigen Fragen, Problemen und Methoden konfrontieren sollen. Die Tutoren werden durch Vorträge, Diskussionen und fokussiertes Literaturstudium unterstützt.

Jedes wissenschaftliche Thema wird mit einer thematischen Auffrischung und einer Vorlesung begonnen. Nach der Vorlesung wird es ein Tutorium geben, das die Expertise der Studenten durch die eigene Anwendung von Modellen (selbstprogrammierte Modelle in Tabellenkalkulationen und professionelle Grundwassermodellierungssoftware) schärft. Dies bedeutet, dass die Studierenden an den Tutoren selbst am Rechner arbeiten, um aktiv über die Formulierung und Lösung von Problemen im Bereich der Hydrogeologie, Bodenwasserschutz-Wechselwirkungen und unterirdischer Kontamination zu lernen.

Das begleitende Studienprojekt wird in Gruppen von bis zu vier Personen (je nach Teilnehmerzahl) bearbeitet. Diese Studienprojekte sollen ein parametrisiertes numerisches FEFLOW-Modell, die mit diesem Modell erzielten Ergebnisse, eine Diskussion der Erkenntnisse und Schlussfolgerungen über die gestellte Frage /das Problem enthalten

**Medienform:**

Power-point Präsentation, Tafelarbeit, Filme, Software, Diskussionen, Fachliteratur

**Literatur:**

Fetter CW (2001): Applied Hydrogeology, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, 598 pp.  
Langguth HR, Voigt R (2004): Hydrogeologische Methoden. 2. Ed, Springer, Berlin.  
Fetter, CW (1999): Contaminant Hydrogeology, 2nd ed. Prentice Hall, New Jersey, 500 pp. (1st edition: 1993).  
Domenico PA, Schwartz FW (1998): Physical and chemical hydrogeology. 2nd edition, Wiley.  
Appelo CAJ, Postma D (2006): Geochemistry, groundwater and pollution. Balkema, Leiden.  
Kinzelbach W, Rausch R (1995): Grundwassermodellierung - Eine Einführung mit Übungen. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 283 pp.  
Holzbecher E (1996): Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrologie - Grundwasser und ungesättigte Zone. S. Springer, Berlin, 364 pp.  
Rausch R, Schäfer W, Wagner Ch (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 183 pp.  
Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer. Retrieved from <http://www.amazon.com/3D-Groundwater-Modeling-PMWIN-With-CD-ROM/dp/3540677445>  
Holzbecher, E. (2012). Environmental Modeling: Using MATLAB. Springer.  
J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979  
P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson & Sons, New York, 1990  
"PEST- Model interdependent parameter estimation users manual. Watermark computing. Australia  
Poeter, E. P. and M. C. Hill, 1998. Documentation of UCODE, a computer code for universal inverse modeling, U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigation Report 98-4080

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Arno Rein, [arno.rein@tum.de](mailto:arno.rein@tum.de), Chair of Hydrogeology

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundwasser-Modellierung 1 (Übung, 2 SWS)

Rein A, Zoßeder K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU54017: Umweltsanierungsmassnahmen | Environmental Remediation Strategies [RMS]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students participate in a written exam of 60 minutes duration. The exam will focus on the physical and chemical processes underlying the environmental remediation strategies presented during the course and on the development of related computer models. The exam will verify that the student understand the principles to plan and carry on remediation of contaminated soils and water bodies. Furthermore, it will verify that the students understand basic concepts of environmental chemistry and pollutant transport in the environment and that the students are able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The exam will consist of open questions, multiple choice questions and mainly exercises which will require short computations. No auxiliary material is allowed during the exam.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in hydrology, hydrogeology and environmental chemistry (e.g., the MSc module Hydrogeological case studies)

### Inhalt:

- General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation



- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies
- Particle facilitated transport and land management

### **Lernergebnisse:**

- At the end of the module, students are able: General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies
- Particle facilitated transport and land management
- to understand the basic processes controlling commonly applied environmental remediation strategies
- to apply simple analytical and numerical models to solve remediation issues.
- to predict the effectiveness of different remediation strategies

The main objective of the modeling exercises is to enable students to understand, apply and further develop models to plan, predict and carry on remediation actions. Through a series of computer exercises, the students will be familiar with MATLAB.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual), modeling exercise (individual).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. The theoretical lectures' contents are presented by the lecturer using both the blackboard and digital slides. The students will get familiar with the subject solving independently relevant practical problems. The modeling exercises will train the programming skills of the students.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation  
Blackboard

### **Literatur:**

- Kitanidis, P. K. and McCarty, P.L. (2012), Delivery and mixing in the subsurface: Processes and Design Principles for in situ remediation
- Siegrist et al. (2011), In Situ chemical oxidation for groundwater remediation
- Schoor J.L. (1996), Environmental Modeling fate and transport of pollutants in water, air and soil

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna (gabriele.chiogna@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Remediation Strategies (Vorlesung, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54019: Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten | Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam consists of the development of a project (i.e. a numerical model with the software OWHM) to be presented in oral form (20 minutes presentation followed by a discussion). The exam will verify i) how the students understand basic concepts of water demand and supply in arid regions; ii) how the students are able to apply those concepts for the solution of realistic case studies.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundmodul Hydrologie (BSc)

Groundwater modeling (MSc)

#### **Inhalt:**

- Basics of water management in arid regions
- Introduction to MODFLOW-OWHM (One Water Hydrologic Model)
- Specific packages of OWHM and physical description of the processes
- Development of the case study
- Presenting a case study

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able:

- i) to understand the basic principles behind water management in arid regions.
- ii) to apply a physically based model to manage water resources in arid regions.
- iii) to predict water availability according to specific water management conditions.

The course will provide to the students both the theoretical as well the practical knowledge to use MODFLOW-OWHM to solve water management issues in arid regions, including irrigation.

Upon completion of the modelling and management part the students will be able to evaluate different groundwater management strategies, to create flow and transport modeling based on field measurements and to apply them to determine water availability, to understand aquifer parameters and evaluate the sustainability of water management options.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual, small groups), homework (modelling exercise).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. While theoretical concepts and mathematical equations require an in-depth explanation, which is provided during the lectures, the understanding of a model requires hands-on learning, which will be provided during exercises and homework. During the lectures, the student will understand the theory, which is behind the model they are going to use in the exercises and homework. In this way, at the end of the module, they will be able to create their own model for the solution of flow and transport in porous media.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation  
Blackboard

### **Literatur:**

- Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer.

- One water hydrologic flow model: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/tm6A51>

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66024D2: Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure | Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisesemestrig  | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Inhalt:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lernergebnisse:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lehr- und Lernmethoden:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Medienform:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Literatur:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

**Modulverantwortliche(r):**

Arno Rein, arno.rein@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeologische Fallbeispiele, Grundwasser-Boden-Pflanzen-Interaktion (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Rein A

Grundwassermodellierung (Fortgeschrittene) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K, Rein A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66025: Hydrogeologie in der Praxis für Umweltingenieure | Applied Hydrogeology for Environmental Engineers

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Projektarbeit, die die Studierenden in Gruppen (drei bis vier Personen, abhängig von der Teilnehmerzahl) anfertigen und nach der Vorlesungszeit abgeben. Die Projektarbeit besteht aus einem zu bearbeitenden Fallbeispiel.

Mit der Projektarbeit wird überprüft, inwieweit die Studierenden in der Lage sind, anhand konkreter Fallbeispiele (jede Gruppe erhält ein separates Thema) aus der hydrogeologischen Praxis komplexe hydrogeologische Probleme zu erkennen und zu analysieren, adäquate Methoden zum Beantworten hydrogeologischer Fragestellungen anzuwenden und die gewonnenen Ergebnisse zu bewerten. Durch die Gruppenarbeit wird zudem die soziale Kompetenz der Studierenden geprüft, bei der Lösung berufspraktisch-relevanter Fragestellungen der angewandten Hydrogeologie, wie etwa die Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens, im Team ergebnisorientiert zusammenzuarbeiten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen sind Grundkenntnisse der Hydrogeologie, sowie der Mathematik, Physik und Chemie. Teilnehmer/Innen sollten an der Arbeit mit mathematischen Modellen interessiert sein. Empfohlene Lehrveranstaltungen im Vorfeld sind die Module BV660006 Abriss der Hydrogeologie und BV660002 Strömung und Transport.

### **Inhalt:**

Im Modul werden die Grundlagen für die praxisnahe Bearbeitung wesentlicher hydrogeologischer Arbeitsfelder (Altlastensanierung, Trinkwassergewinnung) vermittelt:

- Grundwasserbeschaffenheit (Grundlagenwiederholung)
- Probennahme (Boden, Grundwasser)
- Vorgehensweise bei der Begutachtung von Altlasten
- Bestehende Konzepte zur Sanierung von Boden und Grundwasser
- Wichtige (Berufs-)Zertifizierungen im Altlastenbereich
- Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten (Bemessungsverfahren, Antragsunterlagen, Schutzgebietsfestsetzung)
- Grundwassererschließung durch Brunnen und Quelfassungen (Vorerkundung, Planung, Ausschreibung, Baubetreuung, Pumpversuche, Datenerfassung, Auswertung, Analytik, Wasserrecht etc.)
- Erstellung hydrogeologischer Gutachten (Aufgabenstellung, Konzeptentwicklung, Angebotskalkulation, Datenerhebung, Projektdurchführung, Gutachten)

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung beherrschen die Studierenden des Umweltingenieurwesens:

- die Grundlagen für die Erstellung eines hydrogeologischen Basisgutachtens, um diese in der hydrogeologischen praktischen Arbeit (z.B. im Ingenieurbüro) anzuwenden
- Gruppenarbeit bei der Lösung berufspraktisch-relevanter Fragestellungen der angewandten Hydrogeologie, wie etwa die Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens, im Team ergebnisorientiert anzuwenden.
- die Richtlinien und Vorgehensweise für Brunnenerschließungen, Quelfassungen und Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten anzuwenden

Desweiteren sind sie in der Lage:

- die Schritte in der Praxis (Datenrecherche, Probennahme, Datenbeurteilung, Dokumentation, Schlussfolgerung) und die entsprechenden wasserwirtschaftlich relevanten Regelwerke (WHG, Leitfäden, Merkblätter der Landesämter) für eine Beurteilung von Altlasten und von Sanierungskonzepten zu verstehen
- die berufsspezifischen Zertifizierungsmöglichkeiten im Altlastenbereich zu verstehen, um die beruflichen Anforderungen in der hydrogeologischen Praxis zu kennen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung besteht aus einer Reihe von Vorlesungen, die mit praktischen Übungen ergänzt werden, wobei problembasiertes Lernen eine philosophische Grundlage bildet. Die Übungen spielen eine zentrale Rolle: Hier wird anhand von Praxisbeispielen die tatsächliche Anwendung der theoretischen Grundlagen der Hydrogeologie trainiert, welche wiederum in den Vorlesungsstunden vermittelt werden. In der Vorlesung werden zudem optional Gastvorträge von Fachleuten aus der Praxis zu speziellen Themen angeboten, wie etwa der Altlastensanierungspraxis oder den rechtlichen Grundlagen.



Die einzelnen Themen werden jeweils über 1-3 Wochen behandelt, wobei jedes Thema mit einer kurzen Auffrischung der hydrogeologischen Grundlagen begonnen wird. Hierbei werden die grundlegenden Fragestellungen im Plenum aktiv diskutiert. Daran schließen sich praktische Übungsstunden an, die eng mit Problemen aus der Praxis verbunden sind. Die Studierenden wenden hierbei hydrogeologische Konzepte/Methoden an, um aktiv die Formulierung und Lösung von typischen Problemen in der Praxis zu lernen, die im Bereich der Hydrogeologie und Untergrundkontamination auftreten können. Die Übungen werden von den Studierenden während des Kurses unter Betreuung bearbeitet, wobei manche der Übungen zu Hause fertig gestellt werden sollen (in ca. 2 Stunden Eigenstudiumszeit; Besprechung in der darauffolgenden Sitzung). Am Schluss der Kurse (letzte ein bis zwei Termine) werden die Fallstudien ausgeteilt, die als Projektarbeit (Prüfungsleistung) gestellt sind. Die Studierenden beginnen in Gruppen von drei bis vier Personen daran zu arbeiten, wobei die Betreuer Feedback geben (individuelle Diskussionen mit den einzelnen Gruppen). Die Projektarbeiten stellen eine Synthese und Transfer-Anwendung der während des Kurses gelernten Methoden und (Bewertungs-)Techniken dar.

**Medienform:**

Powerpoint-Vortrag, Tafelbild, Übungsblätter, Übungen am Computer (Rechner-Raum), Auszüge aus der Literatur

**Literatur:**

LANGGUTH HR., Voigt R (2004): Hydrogeologische Methoden. 2. Ed, Springer, Berlin.

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Kai Zosseder, [kai.zosseder@tum.de](mailto:kai.zosseder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66026: Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure | Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Mit der Klausur (60 min) wird geprüft, inwieweit die Studierenden in Wissensfragen die physikalischen Grundlagen der Geothermie, die physikalischen, geologisch/hydrogeologisch relevanten Parameter und die geothermischen Prozesse beschreiben können sowie in praxisnahen Fragestellungen die Untersuchungs- und Berechnungsmethoden für die Planung und Auslegung oberflächennaher Systeme fallspezifisch anwenden, sowie die Ergebnisse aus der Datenauswertung von Feld- und Bohrdaten, auch hinsichtlich Unsicherheiten und Risiken in der Geothermie, analysieren und bewerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen sind Grundkenntnisse der Geologie (Einführung in die Geologie für Umwelting.), Hydrogeologie (Grundwasserhydraulik) und der Thermodynamik.

#### Inhalt:

Im Modul werden den Studierenden die Grundlagen der Geothermie sowie die Vorgehensweise und andere wichtige Aspekte bei Planung, Bau und Betrieb von geothermischen Anlagen vermittelt. Die Inhalte sind im Einzelnen:

- Physikalischen Grundlagen des Wärmestroms im Untergrund
- Relevante Parameter zur Beschreibung geothermischer Systeme

- Lagerstättentypen geothermischer Systeme
- Verfahren zur Planung, Exploration und Gewinnung bei tiefen geothermischen Systemen
- Nutzungsvarianten von oberflächennahen geothermischen Systemen und ihre Planung und Auslegung
- Rechtliche Grundlagen bei der Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie
- Ökonomische Betrachtung von oberflächennahen Systemen
- Unsicherheiten und Risikoabschätzung bei geothermischen Nutzungen

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Prozesse der Wärmeströmung im Untergrund hinsichtlich ihrer geothermischen Nutzung zu verstehen
- die Verfahren zur Erhebung und Auswertung von Daten (Felddaten, Bohrdaten) zu verstehen, welche die relevanten geothermischen Parameter abschätzen bzw. erheben.
- Verfahren zur Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie zu verstehen.
- Berechnungsmethoden zur Auslegung und Planung oberflächennaher Systeme anzuwenden, die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten.
- die Unsicherheiten und Risiken (z. B. Fündigkeits- und Bohrrisiken) in der Geothermie zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das zu Grunde liegende Konzept des Moduls ist das problembasierte Lernen. Der Kern des Moduls besteht aus Lehrgesprächen mit Präsentationen zur Nutzung der tiefen und oberflächennahen Geothermie. Anschließend werden die Lerninhalte durch Übungen umgesetzt und vertieft werden. Die Übungen beinhalten Aufgaben zur Planung und Auslegung geothermischer Systeme und zum Verständnis der relevanten geologisch-thermischen Prozesse in der Geothermie. Hierbei werden Aufgaben gestellt, welche die Studierenden in selbstständiger Arbeitsweise analysieren sollen. Die Ergebnisse der Studierenden werden in der Gruppe diskutiert und der Lösungsweg aufgezeigt. Die Ergebnisse der Übungen werden den Studierenden auf der e-learning Plattform zur Verfügung gestellt um den Lösungsweg in der Nachbearbeitung überprüfen zu können. Die Vorlesung und Übung wird nach Bedarf und Möglichkeit durch Gastdozenten aus der Praxis unterstützt.

### **Medienform:**

Moodle e learning Plattform, wiki-Plattform, Power-Point Präsentationen, Übungsaufgaben am PC, Lehrgespräche, Diskussion, Gruppenarbeit

### **Literatur:**

BANKS, D. (2012): An Introduction to Thermogeology. – Ground source heating and cooling. 2nd Edition, 526 S., Wiley-Blackwell, Sussex.

DIPIPO, R. (2012): Geothermal Power Plants. – Principles, Applications, Case studies and Environmental Impact. – 600 S., Elsevier, Amsterdam.

GRANT, M. A. & BIXLEY, P. F. (2011): Geothermal Reservoir engineering. 2nd Edition, 359 S., Academic Press , Burlington.

HUENGES, E. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. - 463 S., Wiley VCH, Weinheim.

KALTSCHMIT, M., HUENGES, E. & WOLFF, H. [Hrsg.] (1999): Energie aus Erdwärme. – 265 S., Spektrum, Heidelberg.

KOENIGSDORFF, R. (2011): Oberflächennahe Geothermie für Gebäude. – 332 S., Fraunhofer IRB, Stuttgart.

OCHSNER, K. (2007): Geothermal Heat Pumps – A Guide for Planning and Installing. – 224 S., Cromwell Press, Trowbridge.

THOLEN, M. & WALTER-HERTKORN, S. (2008): Arbeitshilfen Geothermie. – 228 S., WVGW, Bonn.

**Modulverantwortliche(r):**

Kai Zosseder, [kai.zosseder@tum.de](mailto:kai.zosseder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Einführung in die oberflächennahe und tiefe Geothermie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66029: Transport von Schadstoffen im Grundwasser für Umweltingenieure | Transport of Contaminants in Groundwater for Environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der Klausur (Hilfsmittel: Taschenrechner) zeigen die Studierenden ihre Fertigkeit zur problemlösungsorientierten Analyse und Bewertung von praxisrelevanten Fragestellungen zu Stofftransport im Grundwasser, Mehrphasenfließen, Einsatz und Auswirkungen von Kolloiden und Nanopartikeln. Die Studierenden stellen in Wissens- und Transferfragen sowohl ihr theoretisches Wissen in der Schadstoffhydrogeologie unter Beweis als auch die Fähigkeit, wissenschaftliche Messergebnisse quantitativ zu interpretieren und zu bewerten, eine Prognose für die Stoffausbreitung in gegebenen beispielhaften Szenarien zu entwickeln sowie die Resultate z.B. in Schemaskizzen und Profilschnitten anschaulich darzustellen und zu visualisieren.

Bei weniger als 4 Prüfungskandidaten werden die Kompetenzen in gleicher Weise mündlich geprüft.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Module W-10 Hydrochemie, P-10 Strömung und Transport (BV660002), sowie Grundkenntnisse in Hydrogeologie, Mathematik, Physik und Chemie aus dem Bachelorstudium.

#### Inhalt:

Die Studierenden erlangen das notwendige Wissen und die Fertigkeiten um den Transport von Schadstoffen im Grundwasser quantitativ zu beschreiben und zu bewerten.

- Rechtliche Grundlagen für die Qualität von Grundwasser und Oberflächengewässern
- Transport von Wasserinhaltsstoffen im gesättigten und ungesättigten Milieu (Dispersion, Sorption, Abbau)
- Mehrphasenfließen,
- Transport von Kolloiden,
- Transporteigenschaften anorganischer und organischer Kontaminanten

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- die Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser zu quantifizieren und das Risiko von Grundwasserverunreinigungen schadstoffspezifisch zu bewerten.
- die Wechselwirkungen von anorganischen und organischen Schadstoffen im Grundwasserleiter zu verstehen,
- wissenschaftliche Experimente zur Quantifizierung des Transports von Schadstoffen zu verstehen, zu interpretieren und hinsichtlich der Übertragbarkeit zu bewerten,
- die Auswirkungen von technischen Maßnahmen, (z. B. Enteisung, Aufhärtung, Chlorierung) bei der Wasseraufbereitung auf das Verhalten von Schadstoffen zu verstehen und auf andere Fragestellungen (z. B. Mischung von oberflächennahen Grundwässern mit Tiefengrundwässern) zu übertragen,
- aktuelle Fragestellungen im Themenfeld Grundwasserqualität (z. B. Spurenstoffe im Mineralwasser, Auswirkungen von Hochwässern, Fracking, ...) wissenschaftlich aufzubereiten und auf Basis des erworbenen Wissens zu diskutieren.
- Ergebnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen zum Transport von Schadstoffen zu interpretieren, anschaulich darzustellen und zu visualisieren

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lerninhalte werden durch Vorträge (Lehrvortrag, wiss. Vortrag) und Lehrgespräche vermittelt. Die Studierenden erarbeiten für einzelne Schadstoffgruppen Datenblätter mit charakteristischen Eigenschaften (Transportverhalten, Persistenz, Toxizität) und tragen diese vor. Aktuelle Themen (z.B. Fracking) werden in Diskussionsformaten (pro/contra) wissenschaftlich aufbereitet.

### **Medienform:**

Vortrag, Gruppenarbeit an Fallstudien, Präsentation von Literaturstudien.

### **Literatur:**

APPELO, C.A.J, POSTMA, D. (2006) Geochemistry, Groundwater and Pollution, Balkema, Leiden.  
Clark & Fritz (1997): Environmental Isotopes in Hydrogeology.-398 S. Lewis Publisher.  
DOMENICO, SCHWARTZ (1998): Physical and chemical hydrogeology.- (Wiley).  
DVWK [HRSG.] (1989): Stofftransport im Grundwasser. 296 S.; Berlin (DVWK Schriften, 83).  
FETTER (2001): Applied Hydrogeology.- New Jersey (Prentice-Hall).  
FETTER (1998): Contaminant Hydrogeology, New Jersey (Prentice-Hall)  
MATHEß, G. (1994): Die Beschaffenheit des Grundwassers.- 499 S.; Berlin

**Modulverantwortliche(r):**

Thomas Baumann, tbaumann@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung 2 SWS Transport von Schadstoffen im Grundwasser

Thomas Baumann, tbaumann@tum.de

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU66030: Hydrogeologische und Isotopenchemische Methoden zur Charakterisierung von Grundwassersystemen für Umweltingenieure | Hydrogeological and Isotopic Methods for the Characterization of Groundwater Systems for Environmental Engineers**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung (Feldkurs) besteht aus einer Laborleistung, die eine konkrete Auswertung der im Gelände durchgeführten hydraulischen Versuche, wasserchemischen Untersuchungen, Stichtagsmessungen und Vermessung von Grundwassermessstellen beinhaltet. Eine erste Auswertung der Versuche erfolgt am jeweiligen Abend nach der Geländearbeit und am letzten Kurstag unter Anleitung der Dozenten. Die Ergebnisse werden in einem schriftlichen Bericht (10-15 Seiten) von den Studierenden festgehalten.

Mit der Laborleistung wird so überprüft, inwieweit die Studierenden in der Lage sind, die erlernten hydrogeologischen Standardmethoden im Gelände anzuwenden, auszuwerten, zu beschreiben und die Ergebnisse zu interpretieren. Es wird geprüft, ob die Auswertung fachlich richtig und die daraus gefolgerten Schlüsse in verständlicher Form dargestellt wurden.

Zudem wird eine 60 minütige Klausur für die Isotopenhydrogeologie verlangt. Dabei wird zunächst überprüft, ob die Studierenden in der Lage sind, die in der Vorlesung erlernten theoretischen Grundlagen der Isotopenfraktionierung auf verschiedene Elemente des Periodensystems (S, N, H, O, C) anzuwenden. Zudem müssen die Studierenden anhand von Beispielen aus der Praxis ihre Fähigkeit unter Beweis stellen, dass sie Isotopendaten in einem geologisch/ hydrogeologischen Kontext interpretieren und (bio)geochemische Prozesse und Wasser/ Gesteinswechselwirkungen in Hoch- und Niedertemperatursystemen mithilfe der Isotopen für ein Einzugsgebiet bzw. ein Grundwassersystem interpretieren und ähnlich einem Kurzgutachten in Kurzform darstellen können. Darüber hinaus sollen die Studierenden die hydrogeologischen Charakteristika eines Einzugsgebietes mit Hilfe stabiler und radioaktiver Isotope beschreiben und den biotischen



und abiotischen Abbau von Grundwasserverunreinigungen analysieren und die Ergebnisse in verständlicher, schriftlicher Kurzform darstellen können.

Hilfsmittel: Taschenrechner.

### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Empfohlen sind Kenntnisse der Hydrogeologie, sowie der Mathematik, Physik und Chemie. Teilnehmer/Innen sollten an der praktischen Arbeit im Gelände interessiert sein. Empfohlene Lehrveranstaltungen im Vorfeld sind die Kurse Grundwasserhydraulik (BGU66022).

### **Inhalt:**

In diesem Modul werden die Studierenden mit wichtigen Methoden der Hydrogeologie vertraut gemacht, die es erlauben ein Einzugsgebiet hydraulisch und isotopenchemisch (Herkunft der Wässer) zu charakterisieren.

Feldkurs:

- Einführung in die regionale Geologie/Hydrogeologie Niederbayerns
- Einführung in die hydrogeologische Geländearbeit
- Einmessen von Bohrungen/Grundwassermessstellen (Nivellierung),
- Lichtlotmessungen zur Erstellung eines Grundwasser-Gleichenplans,
- Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen,
- Durchführung und Auswertung von Slug/Bail Versuchen,
- Durchführung und Auswertung von Abflussmessungen (Flügelmessung)
- Tracerversuch (Salztracermethode),
- Wasserchemische Untersuchungen im Gelände (mittels Sonden und Photometer) und Auswertung von Labordaten,
- Bodendurchlässigkeitsprüfung (Versickerungsversuch mit Guelph-Gerät)

Isotopenkurs:

- Was sind Isotope
- Wasserisotope in der Hydrogeologie
- Der S, N und C Kreislauf
- Nahrungsketten
- Grundwasserdatierung
- Fluid-Gesteins-Interaktion: Tiefenwässer und geothermische Wässer
- Komponentenspezifische Isotopenanalytik (CSIA)

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- die genannten hydrogeologischen Standardmethoden im Feld anzuwenden, auszuwerten und unter Einbezug der Geologie zu interpretieren.
- die Isotopenchemie als zusätzliches „Cutting-edge“ Werkzeug für die Interpretation von komplexen hydrogeologischen Fragestellungen in Einzugsgebieten einzusetzen

- die theoretischen Grundlagen der Isotopenfraktionierung auf ausgewählte Elemente des Periodensystems anzuwenden
- die Labormethoden für die Analyse von Umweltisotopen zu beschreiben.
- Wasserisotopendaten aus Oberflächen- und Grundwasserleitern wissenschaftlich zu interpretieren
- biogeochemische Prozesse mit Hilfe der stabilen Isotope zu interpretieren und zu analysieren
- mit Hilfe von Isotopendaten einen Grundwasserleiter hydrogeologisch zu beschreiben und den Schadstoffabbau an kontaminierten Standorten qualitativ und quantitativ zu bewerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung (Feldkurs) wird als Blockkurs über eine Woche in Niederbayern abgehalten. Die Studierenden werden zuerst interaktiv einbezogen, indem sie selbst die Hintergrundrecherchen zu den jeweiligen Versuchen und dem Standort durchführen und eine Kurzpräsentation dazu vorbereiten. In den Einführungsvorträgen (10 min.) stellen die Studenten die einzelnen Feldversuche vor. In Gruppen von bis zu 6 Studierenden bauen die Studenten unter Anleitung eines Dozenten den jeweiligen Versuch im Gelände auf und führen diesen unter Anleitung des Dozenten durch. Die einzelnen Gruppen durchlaufen während der Kurswoche die einzelnen Stationen. Am letzten Kurstag steht den Studierenden zur weiteren Auswertung der Computerraum der TUM mit entsprechender Auswertungssoftware zur Verfügung. Die Dozenten des Kurses diskutieren dort mit den Studierenden die Felddaten und unterstützen die Studenten bei der Auswertung ihrer Daten. Die Auswertung und ein Bericht mit der Beschreibung der Versuchsaufbauten wird in Form einer Projektarbeit von ca. 10-15 Seiten zusammengefasst. Die Veranstaltung zur Isotopenhydrogeologie besteht aus Vorlesungen und Übungen, wobei durch aktuelle Fallbeispiele ein problembasiertes Lernen mit unmittelbarem wissenschaftlichem und technischem Praxisbezug gewährleistet wird. Hier werden in Einzel- als auch in Gruppenarbeit Fallbeispiele gelöst und anschließend diskutiert. Dabei profitieren die Studenten v.a. durch die am Lehrstuhl bereits auf diesem Gebiet durchgeführten Projekte und den Erfahrungsschatz der Dozenten.

### **Medienform:**

Medienform:

e-Learning-Plattform Moodle, Präsentationen im Gelände (ohne Videoprojektor und Computer), Übungsaufgaben händisch und am PC, Lehrgespräche, Diskussion, praktische Arbeit im Gelände.

### **Literatur:**

FETTER (2001): Applied Hydrogeology. New Jersey (Prentice-Hall).

Clark & Fritz (1997): Environmental Isotopes in Hydrogeology. 398 S. Lewis Publisher

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Anja Wunderlich, [anja.wunderlich@tum.de](mailto:anja.wunderlich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU66039: Hydrochemie, Korrosion und Scalings in der Geothermie | Hydrochemistry, Corrosion, and Scalings in Geothermal Systems** [Hydrochemie, Korrosion Scalings]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfleistung besteht aus einer Klausur (Dauer: 45 min).

In der Klausur (Hilfsmittel: Taschenrechner) zeigen die Studierenden ihre Fertigkeit zur problemlösungsorientierten Analyse und Bewertung von praxisrelevanten Fragestellungen zu hydrochemischen Problemen in der Geothermie. Der Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der Gesteins-Wasser-Wechselwirkungen, Lösungs- und Fällungsprozessen und deren Vermeidung. Die Studierenden stellen in Wissens- und Transferfragen sowohl ihr theoretisches Wissen in der Hydrogeochemie unter Beweis als auch die Fähigkeit, wissenschaftliche Messergebnisse quantitativ zu interpretieren und zu bewerten, Lösungsvorschläge für hydrogeochemische Probleme bei Erschließung und Betrieb tiefengeothermischer Anlagen in gegebenen beispielhaften Szenarien zu entwickeln sowie die Resultate z. B. in Schemaskizzen und Prozessdiagrammen anschaulich darzustellen und zu visualisieren.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Modul Hydrochemie (BGU66035)

#### **Inhalt:**

Die Studierenden erlernen im Modul:

- + Hydrogeochemische Eigenschaften typischer Tiefengrundwasserleiter
- + Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

- + Gesetze zur Löslichkeit von Gasen im Wasser
- + Hydrogeochemische Prozesse
- + Hydrogeochemisches Untersuchungsprogramm zur Charakterisierung und Auslegung von tiefeingeothermischen Anlagen
- + Validierung hydrochemischer Analysen
- + Interpretation von Monitoringdaten
- + Auswirkungen der Löslichkeit von Spurengasen auf hydrochemische Gleichgewichte
- + Berechnung der Zusammensetzung von Tiefenwässern und Gasphasen aus Analysendaten
- + Berechnung der Partialdrücke von Gasen im Thermalwasser.
- + Berechnung und Bewertung der potentiellen Ausfällungen bei Unterschreitung des Entgasungsdrucks.
- + Konditionierung von Tiefengrundwässern zur Verhinderung von Ausfällungen und Korrosion
- + Langfristige Entwicklung einer geothermischen Dublette

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme verfügen die Studierenden über die folgenden Fertigkeiten und Kenntnisse:

- + Die Studierenden wissen die hydrogeochemischen Eigenschaften typischer Tiefengrundwasserleiter und die wesentlichen hydrogeochemischen Prozesse.
- + Die Studierenden verstehen das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht. Sie kennen die Gesetze zur Löslichkeit von Gasen im Wasser.
- + Die Studierenden können das hydrogeochemische Untersuchungsprogramm zur Charakterisierung und Auslegung von tiefeingeothermischen Anlagen planen und praktisch durchführen.
- + Die Studierenden können hydrochemische Analysendaten aus Tiefengrundwasserleitern analysieren sowie validieren und anhand der hydrochemischen Daten Rückschlüsse auf die geochemische Zusammensetzung des Reservoirs ziehen.
- + Sie können die Auswirkungen der Löslichkeit von Spurengasen auf hydrochemische Gleichgewichte analysieren und die Zusammensetzung der Gasphase berechnen.
- + Die Studierenden können aus hydrochemischen Analysendaten die Zusammensetzung des Tiefenwassers berechnen.
- + Die Studierenden sind in der Lage die hydrogeochemischen Prozesse entlang des gesamten Geothermiekreislaufs quantitativ zu berechnen. Sie können die Auswirkungen technischer Maßnahmen (Druckhaltung, Säuerung, ...) im Geothermiekreislauf bewerten.
- + Die Studierenden sind in der Lage Ausfällungen in Geothermieranlagen zu prognostizieren und Gegenmaßnahmen zu entwickeln.
- + Die Studierenden können die Konditionierung von Tiefengrundwässern zur Verhinderung von Ausfällungen und Korrosion planen und die Umsetzung überwachen.
- + Die Studierenden sind in der Lage die langfristige Entwicklung einer geothermischen Dublette vorherzusagen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierten Übungen. Die Lerninhalte werden durch Vorträge (Lehrvortrag, wiss. Vortrag) und Lehrgespräche vermittelt. In den integrierten Übungen

erarbeiten die Studierenden für einzelne Fragestellungen Lösungsvorschläge und stellen diese vor. Aktuelle Themen (z. B. Wärmespeicherung, Fracking) werden in Diskussionsformaten (pro/contra) wissenschaftlich aufbereitet.

**Medienform:**

Vortrag, Gruppenarbeit an Fallstudien.

**Literatur:**

Appelo, C.A.J. & Postma, D. (2005): Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd edition.- Amsterdam (Balkema)

Carlé, W. (1975): Die Thermal- und Mineralwässer von Mitteleuropa. Geologie, Chemismus, Genese. Stuttgart (Wiss. Verlagsges.)

Parkhurst, D. & Appelo, C.A.J. (2014): Description of Input and Examples for PHREEQC Version 3 - A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chap. A43. <http://pubs.usgs.gov/tm/06/a43/>

Parkhurst, D. & Appelo, C.A.J. (2014): PHREEQC (Version 3) - A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey. [http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC\\_coupled/phreeqc/](http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/)

Reimann, C. & Birke, M. (2010): Geochemistry of European Bottled Water. Stuttgart (Borntraeger)

**Modulverantwortliche(r):**

T. Baumann (tbaumann@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrochemie, Korrosion und Scalings (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Baumann T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV150050: Umweltgeologie / Geochemie | Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>75 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

schriftliche Prüfung

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basics of geology; organic and inorganic chemistry

#### **Inhalt:**

- Formation of elements and chemical composition of the crust and igneous rocks
- Aqueous solubility, weathering and geochemistry of natural waters
- geochemical effects of natural colloids
- acid mine/rock drainage, microbial processes, and remediation
- use of stable and radiogenic isotopes in environmental research
- environmental radioactivity
- origin, transport and biological uptake of toxic organic compounds
- particulates, mineral dusts, air pollutants, greenhouse gases, paleoclimate and carbon storage

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able

- to remember inorganic and organic natural and anthropogenic pollutants

- to understand the basic principles and processes related to distribution, transport and attenuation of hazardous elements in natural environments
- to design and assess isotope studies in environmental problems
- to evaluate the environmental risk of ores and mining wastes and plan remediation concepts

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is principally a lecture with power point presentations and black board writing. Important working materials such as figures and tables are accessible on-line. For a better learning outcome instructive demonstration materials (rock samples) are shown and given to the students. Some exercises are presented for homework.

**Medienform:**

powerpoint presentation; geological hands-on samples for illustration; handouts with important figures and tables

**Literatur:**

EBY GN (2003) Principles of Environmental Geochemistry, Brooks Cole.

SHERWOOD LOLLAR B (2005) Environmental Geochemistry (Treatise on Geochemistry, Vol.9), Elsevier.

LANGMUIR D (1997) Aqueous Environmental Geochemistry, Prentice Hall.

**Modulverantwortliche(r):**

Kurosch Thuro (Thuro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Geology / Geochemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Gilg H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV380004: Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen | Microbiology of Groundwater Ecosystems

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzung für den Besuch der Vorlesung sind Grundlagen in Ökologie und Mikrobiologie.

#### Inhalt:

Die Vorlesung beinhaltet

-eine Einführung in die Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen

"was unterscheidet sie

" poröse im Vergleich zu Karst-und zerklüftete Systeme

" Organismusrepertoire

"Energetische Einschränkungen

"Heterotrophie gegen Autotrophie

"Case study:Lithoautotrophe Ökosysteme in Kavernen (Frassassi, Movile)

-Mikrobiologische Grundlagen

" Wie ist eine bakterielle Zelle aufgebaut

" Wie wird Biomasse in Zellen umgewandelt - Anpassungseffizienzen

" Wachstum im Untergrund wie schnell reproduzieren Mikroben

" Transport- und Migrationsraten - wie schnell kann ein Bakterium schwimmen

-Mikroben in Grundwasser und Aquifer

- " Die Grenzen des Lebens
- " Räumliche und zeitliche Verteilung
- " sessil gegen ortsgebunden
- " Gibt es Biofilme in Aquiferen?
- " ruhend gegen aktiv
- " Case study: Verteilung von Bakterien in ursprünglichen (Anif) und kontaminierten (Flingern) Aquiferen

-Viren im Untergrund

- " Was ist ein Virus
- " Natürliche und pathogene Viren
- " Lytische gegen lysogenic Viren
- " Der virale Abzweig Komponenten des mikrobiellen Nahrungsnetz
- " Virale Kontrolle mikrobieller Aktivitäten
- " Case study: Der granitische Aquifer der ASPÖ Festgesteinslaboratorium in Schweden

-Mikrobielle Vielfalt im Untergrund

- " konzeptionelle Rahmenbedingungen
- " Methoden zur Untersuchung mikrobieller Vielfalt
- " Antriebskräfte
- " Case study: Ausgewählte Kohlenwasserstoffkontaminierte Aquifere

-Mikrobielle Aktivität im Untergrund

- " Aerobe gegen anaerobe Lebensgewohnheiten
- " Wichtige anaerobe Atmungen
- " Thermodynamische Einschränkungen
- " die wichtigsten Redoxprozesse
- " Case study: Das Terr Ölkontaminierte Aquifer in Flingern

-Trophe Interaktionen in Aquiferen

- " Syntrophie, Symbiosen
- " Mikrobielle Nahrungsnetze und trophische Kanäle
- " Protozoen, Fungi
- " Grundwasser-Fauna
- " Case study: Das Karstsystem von Rax und Schneealpe

-Funktion des Grundwasser Ökosystems

- " Wasserreinigung und Trinkwasserproduktion
- " Biologischer Abbau
- " Wasserausgleich und Grundwasserabhängige Ökosysteme
- " Mikroben als Bioindikatoren
- " Entwicklung von ökologischen Geräuschüberwachungsszenarien

" Case study: Das UBA Projekt

-Grundwasserverunreinigung und mikrobielle biologische Abbaubarkeit

" die wichtigsten Schadstoffe im Grundwasser

" künftige Schadstoffe

" Grundwasserrecht und EU-Wasserrahmenrichtlinie

" Was ist abbaubar und was nicht?

" Case study: Duftende Kohlenwasserstoffe

-Charakterisierung mikrobieller Lebensgemeinschaften

" Molekulare Analysen von Lebensgemeinschaften

" Identifizierung von Schlüsselfiguren

" Bestimmung von in situ Aktivitäten

" Markierung als ein Werkzeug zur Identifizierung von Schlüsselprozessen

-Leben im tiefen Untergrund

" Gibt es Leben unabhängig vom Festland?

" Radiolyse, geogene Elektronendonatoren

" Mikrobiologie tiefer geothermaler Wässer

-(Bio)Sanierungsstrategien für kontaminierte Grundwässer

" Injizierung von Elektronenakzeptoren/ -donatoren

" Biologischer Zuwachs

" Reaktive Grenzen

" Überwachung von natürlicher Schwächung

Dieses Modul kann als Ergänzung der Veranstaltungen "Grundlagen Ökologie" und "Mikrobiologie" betrachtet werden.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, die Mikrobiologie und Biogeochemie von Grundwasserökosystemen zu bewerten, was essentiell für das Verständnis von Untergrundprozessen inklusive der Formation geologischer Einheiten wie auch Transport und Abbau von Schadstoffen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Neben der klassischen Präsentation gibt es interaktive Arbeiten (wie z.B. Diskussion individueller Fragen und das Bearbeiten einzelner Übungen in kleinen Gruppen). Die Studierenden sind aktiv in die Lehre und den Lernprozess integriert. Dabei werden aktuelle Schulungswerkzeuge verwendet. Angewandte Übungen mit Problemen des täglichen Lebens und kurze Filme komplettieren die Vorlesung.

**Medienform:**

Beamer, zusätzlich Skripte

**Literatur:**

Allgemeine und einführende Literatur: Chappelle, F.H. (2000) Ground-Water Microbiology and Geochemistry, Wiley; Griebler, C. & Mösslacher, F. (2003) Grundwasser-Ökologie, UTB-Facultas, Wien. Specific literature will be distributed in form of scientific articles.

**Modulverantwortliche(r):**

Brigitte Helmreich (b.helmreich@bv.tu-muenchen.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV490057: Technische Hydrogeologie | Technical Hydrogeology [W-11]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsleistung: In der schriftlichen Prüfung (Hilfsmittel Taschenrechner) zeigen die Studierenden ihre Fertigkeit zur problemlösungsorientierten Analyse und Bewertung gängiger technischer Fragestellungen aus den Themenfeldern Grundwassererschließung, Deponietechnik, Altlasterkundung und Altlastsanierung. Die Studierenden stellen sowohl ihr theoretisches Wissen in der technischen Hydrogeologie unter Beweis als auch die Fähigkeit, technische Sachverhalte in der Hydrogeologie anschaulich darzustellen und zu visualisieren. Bei weniger als 4 Prüfungskandidaten werden die Kompetenzen in gleicher Weise mündlich geprüft. Hierbei kann insbesondere überprüft werden, inwieweit die Studierenden in der Lage sind, ihr Wissen und ihre Fertigkeiten auch mündlich, präzise und strukturiert darzustellen und mit rhetorischer Sicherheit aufzutreten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Modul P-09 Hydrogeologische Methoden

Modul P-10 Strömung und Transport

Modul W-10 Hydrochemie

#### Inhalt:

- + Bau, Betrieb und Regenerierung von Grundwasserfassungen,
- + Interpretation von Kamerabefahrungen,

- + Bau, Betrieb und Sanierung von Deponien,
- + Auswirkungen technischer Grundwassernutzungen,
- + Rechtlicher Rahmen für die Altlastenbehandlung
- + Erkundung von Grundwasserkontaminationen (Historische Erkundung, Vor- und Detailuntersuchung),
- + Gefahrenabwehrmaßnahmen,
- + Hydraulische Maßnahmen und Einkapselung,
- + In situ Sanierung,
- + Natural Attenuation,
- + Sanierung von multiplen Kontaminationen: Die ökologischen Großprojekte

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage die theoretischen Grundlagen und Methoden der technischen Hydrogeologie in der Praxis anzuwenden und umzusetzen. Sie verstehen insbesondere die Grundlagen und Methoden um:

- + eine Brunnenbohrung zu planen und die Erstellung technisch/wissenschaftlich zu überwachen
- + Schäden an Brunnenbauwerken zu erkennen und Lösungsvorschläge zu entwickeln,
- + die technischen Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Deponien anzuwenden,
- + die Auswirkung von Grundwassernutzungen zu bewerten
- + kontaminierte Grundwasserleiter zu erkennen,
- + die Untersuchung von kontaminierten Standorten zu planen,
- + die Untersuchung von kontaminierten Standorten technisch und wissenschaftlich zu überwachen.
- + Vorschläge für die Sanierung kontaminierter Standorte zu planen,
- + Sanierungsvarianten zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung, Lehrgespräch, Gruppenarbeit an Fallbeispielen, Auswertung von Videoaufnahmen und geophysikalischen Bohrlochmessungen

### **Medienform:**

Vortrag, Gruppenarbeit an Fallstudien, Präsentation von Literaturstudien, Videos von Fallbeispielen, Exkursion

### **Literatur:**

LANGGUTH & VOIGT (2004): Hydrogeologische Methoden.- Berlin (Springer).  
FETTER (2001): Applied Hydrogeology.- (Prentice-Hall).  
BIESKE, RUBBERT, TRESKATIS (1998): Bohrbrunnen.- (Oldenbourg).  
HOUBEN, TRESKATIS (2007): Water Well Rehabilitation and Reconstruction.- (McGraw-Hill).  
ELLIS, SINGER (2007): Well logging for Earth Scientists.- Berlin (Springer).  
FETTER (1993): Contaminant Hydrogeology.- (Prentice-Hall).  
DOMENICO, SCHWARTZ (1998): Physical and chemical hydrogeology.- (Wiley).

APELLO, POSTMA (2006): Geochemistry, groundwater and pollution.- Leiden (Balkema).

**Modulverantwortliche(r):**

Thomas Baumann (thomas.baumann@ch.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Erkundung und Sanierung von Grundwasserschadensfällen (Vorlesung, 1 SWS)

Baumann T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 5: Modelling and Measurement of Flow and Transport | Field of Study 5: Modelling and Measurement of Flow and Transport

### Pflichtmodule | Required Modules

### Modulbeschreibung

## BGU41020: Fluidmechanik und Transportmechanismen | Fluid Mechanics and Transport Mechanisms

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer Klausur (120 min.) geprüft. Hierbei weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, Rechenaufgaben zu bearbeiten, deren Lösung die Anwendung der klassischen Beziehungen der Fluidmechanik erfordert. Hierzu gehören z.B. Anwendungen der Navier-Stokes-Gleichungen, des Impulssatzes oder des Wandgesetzes für turbulente Grenzschichten.

Im Weiteren weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, anhand von gegebenen physikalischen bzw. fluidmechanischen Systemen, ein System von Ähnlichkeitskennzahlen sowie die bestimmenden Zeitkonstanten zu bestimmen, Transportphänomene in turbulenten Strömungen zu charakterisieren, Randbedingungen für Impuls- und Massentransport anzuwenden, Schadstoffverteilungen in unterschiedlichen Emissions- und Transportszenarien Ingenieurmäßig zu bestimmen und Ausbreitungsvorgänge in der Atmosphäre und in Oberflächengewässern zu bewerten. Als Hilfsmittel sind hierbei ein doppelseitig beschriebenes Blatt (A4) sowie ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester



### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Voraussetzung für dieses Modul ist das Modul Hydromechanik (BV00013) bzw. gleichwertige Kenntnisse. Außerdem werden Kenntnisse in Vektor- und Tensorrechnung vorausgesetzt.

### **Inhalt:**

- Kontinuums-Hypothese
- Analysis
- Kinematik
- Bewegungsgleichungen in differentieller Form
- Skalierungsgesetze, Zeitkonstanten und Dimensionsanalyse
- laminare und turbulente Grenzschichten
- Wiederholung der ingenieurmäßigen Grundlagen der Fluidmechanik
- Advektion, Diffusion und Erhaltungsgleichungen
- Ausbreitung (Diffusion und Advektion) von instantanen und kontinuierlichen Punktquellen
- Behandlung und Spezifizierung der Randbedingungen
- Schließungsansätze für turbulenten Transport

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Nutzung des Konzepts vom Kontinuum in der Fluidmechanik zu erklären
- das Konzept und den Aufbau einer (turbulenten) Grenzschicht zu verstehen
- die Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Fluide, das Wandgesetz für turbulente Grenzschichten auf ausgewählte Strömungsfälle anzuwenden
- Randbedingungen für Impuls- und Massentransport anzuwenden
- Strömungsfelder mit Hilfe von charakteristischen Linien (Stromlinien, Pfadlinien, Streichlinien) sowie des Deformations- und Rotationstensors zu charakterisieren
- Transportphänomene in turbulenten Strömungen zu charakterisieren
- ein System von Ähnlichkeitskennzahlen für ein gegebenes physikalisches System zu bestimmen
- die bestimmenden Zeitkonstanten in einfachen fluidmechanischen Systemen und Transportphänomenen zu bestimmen
- Schadstoffverteilungen in unterschiedlichen Emissions- und Transportszenarien ingenieurmäßig zu bestimmen
- in kurzer Zeit und mit einfachen Hilfsmitteln auf die Berandung eines durchströmten Volumens angreifende Kräfte, Drücke oder einwirkende Geschwindigkeiten zu ermitteln
- Ausbreitungsvorgänge in der Atmosphäre und in Oberflächengewässern zu bewerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die Inhalte der Vorlesung werden überwiegend an der Tafel hergeleitet, durch Computerpräsentationen ergänzt und mit den Studierenden diskutiert. Die Anwendung bzw. Bedeutung der hergeleiteten Beziehungen wird durch Beispiele unterstützt. Die Studierenden werden hierbei ermutigt, die präsentierten Inhalte selbständig in Vor- und Nachbereitung der Vorlesung aus der Literatur zu recherchieren und verschiedene Wege der Darstellung und Herleitung zu vergleichen.

Es werden freiwillige Hausarbeiten ausgegeben. Die Studierenden können so ihr erworbenes Wissen selbständig auf ausgewählte, kleinere Probleme anwenden und ihren Lernerfolg in periodischen Abständen kontrollieren. Ergänzend zur Vorlesung Fluidmechanik wird ein freiwilliges Seminar (jew. 90 min.) angeboten. Dort besteht die Möglichkeit gemeinsam mit anderen Studierenden die Aufgabenblätter zu lösen sowie die Vorlesung nach zubereiten. Die Diskussion der Studierenden wird dabei von einem Dozenten moderiert und unterstützt.

**Medienform:**

Tafelanschrieb, Folien, Videos, Aufgabenblätter, e-Learning

**Literatur:**

- Course script, presentations and assignments available to participants on elearning platform  
G. K. Batchelor. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 1967.  
I. G. Currie. Fundamental Mechanics of Fluids. McGraw-Hill, New York, 1974.  
P. K. Kundu and I. M. Cohen. Fluid Mechanics, Third Edition. Elsevier, Amsterdam, 2004.  
R. L. Panton. Incompressible flow. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, third edition, 2005.  
D. J. Tritton. Physical Fluid Dynamics. Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.  
M. van Dyke. An Album of Fluid Motion. Parabolic Press, Stanford, California, 1982.  
S. B. Pope. Turbulent flows. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.  
H. Tennekes and J. L. Lumley. A first course in turbulence. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1972.

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Fluid Mechanics and Transport Mechanisms (Vorlesung, 4 SWS)  
Manhart M, Sakai Y, Quosdorf D

Seminar zur Fluidmechanik (Seminar, 2 SWS)

Quosdorf D, Unglehart L, Brosda J, von Wenczowski S, Sakai Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54008T2: Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung | Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 90-minütigen schriftlichen Prüfung und einer Studienleistung (Übungsleistung).

In der schriftlichen Prüfung geben die Studierenden unter Zeitdruck bestimmte erworbene Lernergebnisse (Kenntnis und Verständnis von Prozessabläufen natürlicher Stoffkreisläufe, Transportprozesse und deren mathematische Modellierung) wieder. Die schriftliche Prüfung beinhaltet zu 1/3 theoretische Fragen und zu 2/3 Rechenaufgaben. Erlaubte Hilfsmittel sind ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner.

Die Kompetenz ein ökohydrologisches Modell anzuwenden, die Modellausgaben aufzubereiten und zu analysieren, sowie die Ergebnisse verständlich zu präsentieren wird mit der Studienleistung abgeprüft.

Die Bearbeitung der Studienleistung wird während der Übungsstunden von Tutoren und dem Dozenten betreut (Modellaufbau, Methoden zur Evaluation der Modellergebnisse). Anschließend wird die gestellte Modellierungsaufgabe in den Übungen und außerhalb der Präsenzzeit in Gruppen von max. 4 Studierenden abgeschlossen, sowie der Ergebnisbericht (ca. 20 Seiten) geschrieben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen Hydrologie, Grundkenntnisse GIS

## **Inhalt:**

### **Vorlesung;**

Der Aufbau und das Zusammenspiel verschiedener Komponenten eines (öko-)hydrologischen Modells werden, erläutert und die zugehörigen mathematischen Modellierungsansätze vorgestellt

- Klimadaten und Schnee
- Evapotranspiration
- Infiltration und Bodenwasser
- Oberflächenabfluss
- Grundwasser
- Gewässerabfluss

Zusätzlich werden die mathematischen Beschreibungen für das Pflanzenwachstum und der damit verbundene Wasser- und Nährstoffbedarf vorgestellt. Aspekte der Wasserqualität sowie der Einfluss verschiedener Landnutzungs- und bewirtschaftungsformen werden thematisiert:

- Nährstoffe und Nährstofftransport
- Erosion
- Pflanzenwachstum und Bewirtschaftung

### **Übung:**

Die ökohydrologische Modellierung wird anhand eines Fallbeispiels in der Computerübung gelehrt:

- Modellaufbau in SWAT
- Durchführung von Simulationen
- Auswertung der Ergebnisse: Postprocessing
- Auswertung der Ergebnisse: Interpretation und Diagnose
- Manuelle Kallibrierung

## **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Übertragung der Prozessabläufe natürlicher Stoffkreisläufe (Wasser- und Nährstoffkreisläufe) auf ein ökohydrologisches Softwaremodell zu verstehen.
- die verschiedenen Methoden zur Berechnung von Teilgliedern ökohydrologischer Stoffkreisläufe sowie ihres Zusammenspiels zu analysieren.
- ein ökohydrologisches Modell anwenden und die Modellausgaben zu analysieren.
- diverse Einflussfaktoren auf das Modellergebnis zu identifizieren
- das Modellergebnis selbst auf Sinnhaftigkeit zu bewerten sowie
- das Modellergebnis nachvollziehbar in einem Ergebnisbericht zu präsentieren

## **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Vorlesung (Vortrag, Präsentation, Gruppenarbeit): Die Vorlesung präsentiert den Studenten die historische, mathematische sowie empirische Grundlage für die verschiedenen Modellierungsansätze der einzelnen Modellkomponenten. Sie zeigt auf, auf welcher Basis bzw. Annahmen die Ansätze beruhen, was die Charakteristiken (Welches in der Natur beobachtbare Verhalten, z.B. Dämpfung der Bodentemperatur mit der Tiefe sowie saisonale sinusförmige

Schwankung soll nachempfunden werden), notwendige Datengrundlage sowie die Grenzen der Anwendbarkeit derer sind. Damit werden die ersten zwei Lernergebnisse erzielt.

Übung (Vortrag, Präsentation, Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Fallstudie): Die detaillierte getrennte Betrachtung einzelner Modellkomponenten ist in der Anwendung der ökohydrologischen Modellierung am Computer (Übung) nicht möglich. Die einzelnen Modellkomponenten (Klima, Bodentemperatur, Bodenwasserbewegung, Grundwasser, Sediment, Pflanzenwachstum,...) beeinflussen sich oft in komplexer Weise gegenseitig. Die Anwendung eines Modells das Verständnis des Zusammenspiels der Teilglieder sowie die Bewertung der Ergebnisse wird in der in der Praxis - Übung und anschließende Studienleistung – vermittelt.

### **Medienform:**

Vorlesung: Power-Point-Präsentationen, Tafelanschrieb, wissenschaftliche Artikel

Übung: Übungsskript, Computerprogramme: SWAT, ArcSWAT, SWATPlot, Excel, R, SWATCup, Technische Manuals

### **Literatur:**

Neitsch, S., J. Arnold, J. Kiniry, and J. Williams (2011). Soil and water assessment tool- theoretical documentation version 2009. Report, Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service, Blackland Research Center - Texas AgriLife Research.

Winchell, M., R. Srinivasan, M. diLuzio, and J. Arnold (2007). ArcSWAT Interface for SWAT2005 - Users Guide. [http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT\\_Documentation.pdf](http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT_Documentation.pdf): Blackland Research Center and Grassland, Soil and Water Research Laboratory (USDA Agricultural Research Service)

Arnold, J., J. Kiniry, R. Srinivasan, J. Williams, E. Haney, and S. Neitsch (2011). Soil and Water Assessment Tool- Input/Output File Documentation Version 2009. <http://swat.tamu.edu/media/19754/swat-io-2009.pdf>: Grassland, Soil and Water Research Laboratory Agricultural Research Service, Blackland Research Center Texas AgriLife Research.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrological and Environmental River Basin Modelling - Exercise (Übung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Hydrological and Environmental River Basin Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU41019: Modellierung und Simulation turbulenter Strömungen | Modeling and Simulation of Turbulent Flows

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>120        |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden mit einer Klausur (60 Min., Hilfsmittel: 1 Blatt handschriftliche Notizen im Format A4, Taschenrechner) geprüft. Ziel der schriftlichen Prüfung ist es nachzuweisen, dass die Grundlagen turbulenter Strömungen sowie deren Beschreibung verstanden wurden und die Skalierungsgesetze angewendet werden können. Weiter weisen die Studierenden in der Klausur nach, dass sie dazu in der Lage sind die unterschiedlichen Modelle und Strategien zur Beschreibung turbulenter Strömungen in Bezug zu einer konkreten Strömungssituation hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit zu beurteilen und den Rechenaufwand sowie die Genauigkeit abzuschätzen.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzung für dieses Modul ist das Modul Hydromechanik (BV000013) bzw. gleichwertige Kenntnisse und das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Transportmechanismen (BGU41020) bzw. Advanced Fluid Mechanics (BGU41021).

### Inhalt:

- Einführung in turbulente Strömungen

- Mechanismen der Turbulenzentstehung
- Skalierungsgesetze und Spektren in turbulenten Strömungen
- Strategien zur Simulation turbulenter Strömungen: Direkte Numerische Simulation – DNS; Reynolds-Averaged-Navier-Stokes, RANS; Large Eddy Simulation, LES
- Reynoldsgemittelte Navier-Stokes Gleichungen
- algebraische, Eingleichungs- und Zweigleichungs-Modelle
- turbulente Grenzschicht, Kanal- und Rohrströmungen
- Abschätzung von Längenmaßen und Auslegung numerischer Gitter
- Abschätzung von Zeitskalen zur Simulation turbulenter Strömungen
- Auswahl geeigneter Randbedingungen
- Simulation turbulenter Strömungen mit Hilfe eines open source codes
- Pre- und Postprocessing
- Vergleich RANS-LES

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Phänomenologie turbulenter Strömungen zu beschreiben
- die Beschreibung turbulenter Strömungen mit Hilfe von Mittelwert und Fluktuation zu verstehen
- universelle Skalierungsgesetze turbulenter Strömungen anzuwenden
- die Modellierung turbulenter Strömungen im Reynolds-gemittelten Kontext sowie mit Hilfe der Large Eddy Simulation anzuwenden
- die Eignung einer dieser Methode zur Berechnung einer bestimmten Größe innerhalb einer turbulenten Strömung unter Betrachtung von Zuverlässigkeit, Aufwand und Verlässlichkeit der Modellierung, sowie Rechenaufwand und erwarteter Genauigkeit einzuschätzen
- ein passendes numerisches Gitter zu generieren
- die Simulation einfacher turbulenter Strömungen mit Hilfe der Reynoldsgemittelten Navier-Stokes-Gleichungen zu planen, durchzuführen und zu bewerten
- Zeitskalen für die Simulation turbulenter Strömungen abzuschätzen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit einer integrierten Übungsveranstaltung. Im Rahmen der Vorlesung werden die Inhalte durch Vortrag, Tafelanschrieb, Präsentationsfolien und an Hand von Fallbeispielen vermittelt und diskutiert. Im Rahmen der Übung werden unterschiedliche Fragestellungen mit Hilfe von Matlab untersucht sowie einfache turbulente Strömungen mit Hilfe eines open source Strömungslösers berechnet. Die Teilnehmenden lösen in selbständiger Gruppenarbeit Simulationsaufgaben und bekommen Unterstützung durch den Dozenten.

### **Medienform:**

Tafelanschrieb, Folien, Videos, Aufgabenblätter, e-Learning, praktische Übungen mit Hilfe von Matlab und OpenFOAM

### **Literatur:**

M. van Dyke. An Album of Fluid Motion. Parabolic Press, Stanford, California, 1982.  
S. B. Pope. Turbulent flows. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

H. Tennekes and J. L. Lumley. A first course in turbulence. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1972.

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU46030: Ökologische Modellierung für Oberflächengewässer | Ecological Modeling of Surface Waters [Ecolog]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis wird durch eine schriftliche Prüfung (60 min) am Ende des Semesters erbracht, aus welcher sich die Note für das Modul ergibt.

Dabei soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die wesentlichen Aspekte der spezifischen Aufgabenstellung aus den Bereichen Gewässer / Strömungsvorgänge / Ökologie / Habitatmodellierung verstanden haben und anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Bachelor Degree in Civil or Environmental Engineering.

#### Inhalt:

1. INTRODUCTION. Basic definitions. The significance of ecological models within the implementation of the Water Framework Directive (WFD) with examples.

2. CONCEPTS OF ECOLOGICAL MODELING FOR SURFACE WATERS. Components of an ecological model. Processes and their mathematical description. The main steps of the procedure of ecological modeling.

3. TYPES OF ECOLOGICAL MODELS. Overview of models with examples; advantages and disadvantages.

4. EXAMPLES OF SIMPLE ECOLOGICAL MODELS. Organic pollution in a river; eutrophication in a lake; habitat modeling in a river; and others. Exercises using EXCEL.

5. REAL LIFE APPLICATIONS.

### **Lernergebnisse:**

After successful completion of the course the students are able to (1) know the main characteristics of ecological models and their application, (2) realize the potential of application of ecological models as management tools, (3) understand the use of ecological models to deal with pollution problems and pressures within the implementation of the WFD, (4) develop simplified versions of these models using Excel, and (5) know how to apply computer codes for these models in real cases.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The lectures are performed interactively with presentations and calculations. Real cases are presented in the classroom and are critically discussed with the students. There are 3 simple obligatory homework exercises that are given to the students. The students form groups of 2 and are expected to solve the exercises and turn them in; then, these are corrected and returned to them.

### **Medienform:**

Presentations on the blackboard; Power Point presentations; calculations in PCs using Excel and computer codes.

### **Literatur:**

1. Fath, B. and Jorgensen, S. E. (2011). Fundamentals of Ecological Modelling, Volume 23, Fourth Edition: Applications in Environmental Management and Research (Developments in Environmental Modelling), Elsevier; <http://www.ebooks-share.net/fundamentals-of-ecological-modelling-volume-23-fourth-edition-applications-in-environmental-management-and-research-developments-in-environmental/>.

2. European Commission European Commission (2012). Indicators and Methods for the Ecological Status Assessment: Linkages between Chemical and Biological Quality of Surface Waters, Joint research Centre; <http://www.amazon.de/Indicators-Methods-Ecological-Status-Assessment/dp/3845456914>.

3. Socolofsky, A. and Jirka, G. (2002). Environmental Fluid Mechanics, Part I: Mass Transfer and Diffusion, Lectures, Institute for Hydromechanics, KIT; [http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/lehre/envflu\\_I/Course\\_script/course\\_script.htm](http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/lehre/envflu_I/Course_script/course_script.htm).

4. Stamou, A. (2014). Ecological modeling of surface waters, TUM (in preparation).

**Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ecological Modeling of Surface Waters (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46033: Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Obernach | Laboratory and Field Exercises at the Obernach Lab [VAO\_2016]**

*Blockkurs VAO*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Gespräch, Präsentation (Aufschluss über individuellen Erkenntnisstand bei der Gruppenarbeit, Anwendung der erworbenen Erkenntnisse auf Projektbeispiele), Bericht, Hilfsmittel zugelassen

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grund- und Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft oder entsprechende Bachelorkurse

#### **Inhalt:**

Fünftägige Blockveranstaltung + Bericht

1 Tag Theorie: Grundlagen des wasserbaulichen Versuchswesens, Vorstellung der aktuellen Modellversuche in Obernach.

4 Tage Praxis: Durchführung von Versuchen an aktuellen wasserbaulichen Modellen (Messen, Dokumentieren, Aus- und Bewerten sowie Präsentieren und Diskutieren der Ergebnisse). Ausführlicher Bericht über die Modellprojekte und die daran erarbeiteten Ergebnisse.

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage:

- durch praktische Arbeit mit fließendem Wasser vertieftes wasserbauliches Wissen an Beispielen anzuwenden.
- Fragestellungen von aktuellen wasserbaulichen Projekten aus dem In- und Ausland zu verstehen und erfolgreich zu bearbeiten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung für die Vermittlung der erforderlichen Grundlagen, Führung durch die Versuchseinrichtungen mit den aktuellen wasserbaulichen Projekten für den Bezug der vermittelten Grundlagen zur Praxis, dreitägige Gruppenarbeit im Labor für die Praxiserfahrung, eigene Präsentation für die Analyse und Zusammenfassung der erarbeiteten Ergebnisse, Verfassen eines ausführlichen Berichts

**Medienform:**

Vorlesung (90 min), 2 h Führung durch Versuchshallen, 3 Tage Gruppenarbeit an wasserbaulichen Modellversuchen, 1 Tag Präsentation und Diskussion, Verfassen eines Berichts .

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Arnd Hartlieb (arnd.hartlieb@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Obernach (Übung, 3 SWS)

Hartlieb A [L], Hartlieb A, Huber R, Schlagenhauser M, Scherbaum S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54013T2: Seminar Niederschlags-Abfluss Modellierung | Seminar in Rainfall-Runoff Modelling [SRRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2014/15

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Total duration: 45 min.

- Presentation and discussion (30 min.)
- Oral exam (15 min.)

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Hydrological fundamentals,  
e.g. Grundmodul Hydrologie (Bachelor Umweltingenieurwesen, TUM)

#### Inhalt:

The course contents are based on the book Rainfall-Runoff Modelling: "The Primer" by Keith Beven from Lancaster University:

The book provides a primer for the novice and detailed descriptions of techniques for more advanced practitioners. [&] It gives a comprehensive summary of available techniques based on established practices and recent research, [offering] a thorough and accessible overview of the area.

#### 1.Runoff Processes and the Modelling Process

2. Evolution of Rainfall-Runoff Models
  3. Data for Rainfall-Runoff Modelling
  4. Predicting Hydrographs Using Models Based on Data
  5. Predicting Hydrographs Using Distributed Models Based on Process Descriptions
  6. Hydrological Similarity, Distribution Functions and Semi-Distributed Rainfall Runoff Models
  7. Parameter Estimation and Predictive Uncertainty
  8. Models for Changing Risk
  9. Next Generation Hydrological Models
  10. Predictions in Ungauged Basins
  11. Water Sources and Residence Times in Catchments
  12. Hypotheses, Measurements and Models of Everywhere
- 

### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able to:

- Know the theory of different types of rainfall-runoff models.
- Understand the concepts that underlie different modelling approaches.
- Evaluate models and critically assess the assumptions made.

Furthermore the students should learn to:

- Present a topic, as well as to facilitate and lead a discussion about it.
- 

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Teaching and Learning Methods The module consists of a seminar with an introductory lesson given by the lecturer. The students will form groups of two people and pick a topic they will present in the consecutive lessons. The activities comprise:

- Literature study
  - Summarizing and presenting a topic
  - Guiding and facilitating a discussion on the presented topic
  - Consecutive online tests
- 

### **Medienform:**

Powerpoint  
Blackboard

---

**Literatur:**

Reading List Beven, K. J. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer. 2nd ed. Chichester, West Sussex/; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2012.

AVAILABLE as .pdf download though the TUM library (eaccess login -> search in UB catalogue)

-----

**Modulverantwortliche(r):**

Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Seminar in Rainfall-Runoff Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Disse M [L], Tuo Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU54016: Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner Einzugsgebiete | Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments [MPAC]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The exam consists of a project work to be presented both in written and oral form. The written report (30-40 pages long) is a group work on the theoretical background and the application of the two presented models including preprocessing, model generation and results. The results have to be presented to the class in an oral presentation (20 minutes presentation followed by a discussion). The written report and the oral presentation are equally weighted.

Auxiliary means are not allowed.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Hydrologie und Hydromechanik

#### Inhalt:

- 1) Dominierende hydrologische Prozesse in voralpinen Einzugsgebieten: Niederschlagstypen, Schneeprozesse, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Flood Routing
- 2) Daten in voralpinen Einzugsgebieten: Verfügbarkeit, Qualität, Erhebung und Analyse
- 3) Unterschiedliche Modelltypen und ihre Anwendbarkeit für voralpine Einzugsgebiete
- 4) Erstellung, Parametrisierung und Kalibrierung des physikalisch basierten hydrologischen Modells WaSiM
- 5) Sensitivitätsanalysen: Meteorologische Eingangsdaten, Schneeprozesse, Abflusskonzentration

- 6) Physikalisch basierte Modellierung des Flood Routing-Prozesses mit dem 2D-hydrodynamisch-numerischen Modell HYDRO\_AS-2D
- 7) Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Landnutzung und unterschiedlicher klimatischer Bedingungen auf den Wasserhaushalt
- 8) Nachweis der Wirksamkeit unterschiedlicher Hochwasserschutzmaßnahmen mittels gekoppeltem Modellansatz

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die dominierenden Prozesse voralpiner Einzugsgebiete wie Schneeprozesse, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Flood Routing zu verstehen,
- geeignete Methoden zur Modellierung der Prozesse in voralpinen Einzugsgebieten zu verstehen,
- ein physikalisch basiertes hydrologisches Modell sowie ein 2D-hydrodynamisch-numerisches Modell anzuwenden und die Modellausgaben zu analysieren,
- die Einflüsse der besonderen Randbedingungen in voralpinen Regionen auf den Niederschlags-Abfluss-Prozess zu bewerten,
- die Wirksamkeit von Hochwasserschutzmaßnahmen unter Verwendung geeigneter Ereignis- und Landnutzungsszenarien sowie geeigneter Teilmodule und Modellbausteine zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen, Blockseminar und Übungen

### **Medienform:**

- PowerPoint-Präsentationen
- Technische Manuals

### **Literatur:**

DeWalle, D.R. & Rango, A. (2008): Principles of snow hydrology. Cambridge University Press, Cambridge and UK and New York.

Hydrotec Ingenieurgesellschaft mbH & M. Nujić (2014): Benutzerhandbuch HYDRO\_AS-2D - 2D-Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis. Aachen, November 2014

Schmocker-Fackel, P., Naef, F. & Scherrer, S. (2007). Identifying runoff processes on the plot and catchment scale, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 891 - 906. [www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/891/2007/](http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/891/2007/).

Schulla, J. (2014): Model Description WaSiM: Water balance Simulation Model. Zürich.

Warscher, M., Strasser, U., Kraller, G., Marke, T., Franz, H. & Kunstmann, H. (2013): Performance of complex snow cover descriptions in a distributed hydrological model system: A case study for the high Alpine terrain of the Berchtesgaden Alps. In: Water resources research 49 (5), pp. 2619-2637.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Process based modelling of mesoscale pre-alpine catchments (Vorlesung, 4 SWS)

Disse M [L], Chiogna G, Disse M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU57014: Hydrogeodäsie: Monitoring von Oberflächengewässern aus dem Weltraum | Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung.

Prüfungsdauer (in min.): 90

Die angestrebten Lerninhalte werden im Rahmen einer schriftlichen Prüfung abgeprüft, welche sich über die in der Lehrveranstaltung erworbenen Kompetenzen erstreckt. Mit der Prüfung wird nachgewiesen dass die Studierenden die theoretischen Grundlagen der Satellitenaltimetrie und ihres Potentials für hydrologische Anwendungen verstanden haben, Messdaten der Satellitenaltimetrie anwenden und hinsichtlich ihrer Genauigkeit bewerten können, sowie ein Verständnis dafür entwickelt haben, wie die Daten für die Kalibrierung hydrologischer Modelle genutzt werden können. Anhand typischer Beispiele wird das theoretische Verständnis und die Bewertungskompetenz geprüft. Die Prüfung erlaubt durch Fragen unterschiedlicher Schwierigkeitsstufen die Verständnistiefe individuell festzustellen, was eine realistische Einschätzung der im Modul erworbenen Kompetenzen ermöglicht.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

## **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

## **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Es werden mathematische und physikalische Grundkenntnisse vorausgesetzt, wie sie zum Beispiel in den Modulen des Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwesen an der TUM erworben werden. Außerdem werden programmiertechnische Fähigkeiten in Matlab erwartet.

## **Inhalt:**

1. Introduction: Geodesy, hydrogeodesy, and satellite altimetry
2. Satellite radar altimetry for inland water bodies
3. Exercise: From measured ranges to water levels
4. Inland altimetry databases
5. Exercise: Download and comparison of different inland altimetry products
6. Synergy of satellite altimetry with other satellite- and ground-based techniques (satellite gravity field observations, remote sensing images, gauges, ...)
7. Estimation of volume changes of lakes
8. Exercise: From lake level to volume changes
9. Estimation of river discharge
10. Exercise: From river level to discharge
11. Monitoring of rivers systems
12. Assimilation of altimetry-information into hydrological models
13. Guest Lecture: Hydrological model calibration with satellite data (Prof. Andreas Güntner, GFZ)
14. Alternative space-based observation techniques: Laser and Delay Doppler/SAR altimetry, GNSS-reflectometry
15. A look into the future: NASA's Surface Water & Ocean Topography (SWOT) mission

## **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage

- das Beobachtungsprinzip der Radar-Satellitenaltimetrie und ihres Potentials für hydrologische Anwendungen im Bereich von Inlandgewässern (Seen, Flüsse, Reservoirs) zu verstehen;
- Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie für die Volumenbestimmung von Seen sowie für die Berechnung des Wasserabflusses von Flüssen anzuwenden;
- Die Qualität der Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie im Vergleich mit Daten anderer satelliten- oder bodengestützter Beobachtungs- und Monitoringsysteme für Oberflächengewässer zu bewerten;
- die Anwendung von Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie für die Kalibration hydrologischer Modelle zu verstehen;
- mit Experten aus dem Bereich der Inlandaltimetrie fachlich zu diskutieren;

## **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Inhalte der Veranstaltung werden vermittelt in einer Vorlesung in Interaktion mit den Studierenden und unter laufender Überprüfung des Lernerfolges durch Fragen. Mathematische

Herleitungen werden an der Tafel ausgeführt. Ausgewählte Literatur wird mit den Studierenden besprochen. Die Vorlesung beinhaltet einen Gastvortrag eines Experten aus dem Bereich der hydrologischen Modellkalibration. Vier betreute praktische Übungen (Matlab) werden im CIP-Pool durchgeführt.

**Medienform:**

- Tafelbild
- Präsentationsfolien in elektronischer Form
- Ausgewählte Veröffentlichungen und Buchkapitel zum Thema

**Literatur:**

- Fu L., Cazenave A.: Satellite Altimetry and Earth Sciences: A Handbook of Techniques and Applications. International Geophysics Series, Vol. 69, San Diego, CA, 2000.
- Vignudelli S., Kostianoy A., Cipollini P., Benveniste J.: Coastal Altimetry, Springer, ISBN: 978-3-642-12796-0, 2011.
- Ausgewählte wissenschaftliche Veröffentlichungen werden im Unterricht ausgeteilt.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Seitz, Florian

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space (Vorlesung, 2 SWS)

Seitz F [L], Dettmering D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66024D2: Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure | Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisesemestrig  | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Inhalt:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lernergebnisse:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lehr- und Lernmethoden:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Medienform:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Literatur:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

**Modulverantwortliche(r):**

Arno Rein, arno.rein@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeologische Fallbeispiele, Grundwasser-Boden-Pflanzen-Interaktion (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Rein A

Grundwassermodellierung (Fortgeschrittene) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K, Rein A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV040053: Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD) | Computational Fluid Dynamics [CFD]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird im Rahmen einer Klausur und eines Berichts (unbenotete Studienleistung) erbracht.

In der 60-minütigen Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen. An Hand von Verständnisfragen weisen die Teilnehmer nach, dass sie die theoretischen Konzepte numerischer Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen verstanden haben und dass sie numerische Effekte in einfachen Situationen differenzieren können. Durch Lösung von Aufgabenstellungen aus den Bereichen Diskretisierungsverfahren, numerische Approximation und Fehler, Stabilität und Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen zeigen die Teilnehmer, dass sie die vermittelten numerischen Konzepte und Methoden anwenden können.

Im Rahmen des Berichts werden wöchentlich in Gruppen bearbeitete Programmieraufgaben zusammengefasst, welche am Ende des Semesters in einem Abschlussvortrag (30 Minuten) präsentiert werden. Darin und in der anschließenden Diskussion und Befragung durch den Dozenten weisen die Teilnehmer nach, dass sie die korrekten Fachtermini beherrschen und numerische Lösungsverfahren an Hand der Ergebnisse charakterisieren können. Weiter zeigen sie, dass sie nach vorheriger Diskussion in der Gruppe, in der Lage sind, geeignete numerische Verfahren für die betrachteten Klassen von Strömungsproblemen auszuwählen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Transportmechanismen (BGU41020) bzw. Advanced Fluid Mechanics (BGU41021). Zudem

werden Kenntnisse in der Ingenieurmathematik (Lineare Algebra, Differentialrechnung, Integration, Vektoranalysis und Feldtheorie) und Grundkenntnisse der Programmiersprache Matlab vorausgesetzt.

**Inhalt:**

- Grundgleichungen der Fluidmechanik
- Komponenten eines numerischen Verfahren
- Finite-Differenzen-Verfahren
- Numerische Approximation
- Zeitintegration
- Analyse von Diskretisierungsverfahren
- Methode der gewichteten Residuen
- Finite-Volumen-Verfahren
- Lösung der Navier-Stokes Gleichung
- Lösung der Poissongleichung
- Programmierung eines eindimensionalen Verfahrens zur Lösung der Konvektions-Diffusions-Gleichung mit Hilfe von Matlab
- Programmierung eines zweidimensionalen Löser für die Navier-Stokes-Gleichungen (inkompressibel) in der Programmiersprache Matlab
- Analyse numerischer Fehler

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die grundlegenden Komponenten eines numerischen Verfahrens zu verstehen
- Finite-Differenzen und Finite-Volumen-Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen herzuleiten
- In der Gruppe eine Aufgabenstellung zu bearbeiten und die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit unter Verwendung von Fachtermini zu diskutieren
- numerische Fehler auf Basis von Taylorreihenanalyse und Fourier-Analyse zu bestimmen
- Stabilitäts- und Konvergenzeigenschaften eines numerischen Verfahrens zu charakterisieren
- die Qualität einer numerischen Simulation zu bewerten
- explizite und implizite numerische Zeitintegrationsverfahren zu implementieren
- verschiedene Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichung für inkompressible Strömungen in einem Strömungslöser zu implementieren
- geeignete numerische Verfahren für unterschiedliche Klassen von Strömungsproblemen zu ermitteln

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden in einer Vorlesung und einer Programmierübung vermittelt. Im Rahmen der Vorlesung werden grundlegende Begriffe, Konzepte und Methoden durch Tafelanschrieb, Präsentationsfolien und an Hand von Fallbeispielen vermittelt. Im Rahmen der Programmierübung werden unterschiedliche numerische Komponenten eines Strömungslösers mit Hilfe einer Programmiersprache implementiert. Die Teilnehmenden lösen in selbständiger Gruppenarbeit Programmieraufgaben und bekommen Unterstützung durch den Dozenten. Am Ende der

Veranstaltung werden die Ergebnisse der Gruppenarbeiten in kurzen Vorträgen präsentiert und mit den Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Tafel, Präsentationen, Mitschrift, Skriptum, e-Learning, Matlab- Programmcodes

**Literatur:**

- Vorlesungsskript
- J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer-Verlag, 2002.
- P. Moin, Fundamentals of Engineering Numerical Analysis, Cambridge University Press, 2001

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV410004: Fluidmechanik Praktikum | Fluid Mechanics Lab

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Durchführung der Experimente im Labor gilt als unbenotete Studienleistung in diesem Modul. Das Verfassen eines Laborberichtes (50% der Modulnote) zu den Experimenten und eine Kurzpräsentation der gewonnenen Ergebnisse (50% der Modulnote) stellen die benotete Prüfungsleistung des Moduls dar.

Während die experimentellen Fähigkeiten der Studierenden während deren Durchführung geprüft werden, wird durch das Verfassen des Laborberichtes das theoretische Verständnis der experimentellen Verfahren und die Fähigkeit die erfassten Daten auszuwerten geprüft. Im mündlichen Vortrag (30 min.) weisen die Studierenden nach, die Ergebnisse sowohl auf ihre Gültigkeit als auch im Bezug zur jeweiligen Strömungssituation beurteilen und in einer verständlichen Art und Weise präsentieren zu können .

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Zwingende Voraussetzung für diesen Kurs ist das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU0410013) bzw. Fluidmechanik und Turbulenz (BV410013).

#### Inhalt:

- Lichtwellen und ihre Eigenschaften
- Quantenmechanische Phänomene
- Partikel-Licht-Interaktion
- Laser als Lichtquelle
- Partikel und Partikeldynamik

- Einführung in die Statistik
- Laser-Doppler-Anemometry
- Particle-Image-Velocimetry
- Lasersicherheitsunterweisung
- Praktische Übung LDA
- Praktische Übung PIV

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Eigenschaften von Lichtwellen (Brechung, Reflexion) sowie quantenmechanische Phänomene (Absorption, Emission) darzustellen
- das Konzept und den Aufbau von Lasern zu verstehen
- Tracer-Partikel in Hinblick auf Messverfahren (LDA und PIV), Messaufgabe und Strömungssituation auszuwählen
- Messungen mit Hilfe der Methoden LDA und PIV durchzuführen
- Messergebnisse mit Hilfe ausgewählter statistischer Verfahren zu analysieren
- die Eignung der Messverfahren LDA und PIV mit Blick auf eine Messaufgabe einzuschätzen
- die Qualität und Plausibilität der gewonnenen Messdaten zu beurteilen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul gliedert sich in vier Abschnitte. Zu Beginn werden in Gruppenarbeit die wesentlichen physikalischen Grundlagen zur Anwendung Laser-optischer Messmethoden erarbeitet. Die Studierenden setzen sich mit der einschlägigen Literatur selbständig auseinander und stellen Ihre Ergebnisse in Form eines online-Wikis den anderen Teilnehmern der Lehrveranstaltung zur Verfügung. Im Anschluss daran wird die Theorie der experimentellen Methoden in einer Vorlesung detailliert erläutert. Im darauf folgenden praktischen Teil wenden die Studierenden in Gruppen (ca. 4-6 Studierende) die behandelten Messverfahren an einem ausgewählten Strömungsfall an und üben die typischen Arbeitsabläufe der Versuchsdurchführung. Abschließend werden die Ergebnisse von den Studierenden in einem Bericht dokumentiert und in Gruppen-Präsentationen dem gesamten Kurs vorgestellt. Die Ergebnisse, ihre Qualität und die Form von Aufarbeitung und Darstellung werden dann von allen Teilnehmern diskutiert und bewertet.

### **Medienform:**

Folien, Tafel, Skriptum, Experimente

### **Literatur:**

Rapp, Ch., Le Duc, A. and Pfleger, F.: Fluid Mechanics Laboratory, Fachgebiet Hydromechanik, Technische Universität München (2009),  
Raffel, M. and Willert, C. and Kompenhans, J.: Particle Image Velocimetry, Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1998),  
Bauckage, K. et al., Ruck, B. (Hrsg.): Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik, AT-Fachverlag, Stuttgart (1990),  
Eckelmann, H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik, Teubner, Stuttgart (1997)

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Fluid Mechanics Lab (Praktikum, 2 SWS)

Quosdorf D, von Wenczowski S, Brosda J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV410005: Hydraulik Praktikum | Hydraulics Lab

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung gliedert sich in eine unbenotete Studienleistung und eine 60-minütige Klausur.

Mit der Ausführung und Auswertung der Feldversuche in der Gruppe weisen die Studierenden als unbenotete Studienleistung nach, die Messverfahren anwenden sowie deren Ergebnisse analysieren zu können.

In einer 60-minütigen Klausur werden die Kenntnisse über die einzelnen Messmethoden und der zugehörigen Auswertverfahren geprüft. Zudem zeigen die Studierenden, dass sie innerhalb eines zeitlich begrenzten Rahmens dazu in der Lage sind Strömungssituationen zu beurteilen und ein für diese Situation geeignetes Messverfahren auszuwählen.

Als Hilfsmittel zur Klausur sind ein handgeschrieben DIN A4 Blatt und ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Zwingende Voraussetzung für dieses Modul ist das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Turbulenz (BV410013).

#### Inhalt:

Theorie und Praxis der Durchflussmessung in natürlichen und künstlichen Gerinnen:

- Fließtiefenmessung (Ultraschall, Druckmessung, Stechpegel, Hakenpegel, etc.)
- Hydraulische Messsysteme (Venturi-Kanal, Messwehre, Durchflussbestimmung über die Messung zweier Fließtiefen)

- Salzverdünnungsmessung
- Velozimetrische Verfahren (Messflügel, mobile Magnetisch-Induktiven-Messgeräten, Acoustic-Doppler-Velozimeter)

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage:

- Die verschiedenen Verfahren zur Fließtiefen- und Durchflussmessung zu skizzieren
- In einem Team Experimente durchzuführen
- Durchflussmessungen mit den gelernten Methoden in künstlichen und natürlichen Gerinnen durchzuführen.
- Die Ergebnisse der Durchflussmessung zu analysieren
- Die Anwendbarkeit eines Messverfahrens für die jeweilige Strömungssituation zu beurteilen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Praktikum gliedert sich in drei Abschnitte; die Vorstellung der Messmethoden im Rahmen von Kurzpräsentationen, die Anwendung der Messverfahren im Experiment und die Auswertung der Messergebnisse. Um die Teamfähigkeit der Studierenden zu fördern, werden diese in kleine „Forschungsteams“ eingeteilt. Innerhalb dieser Teams erarbeiten die Studierenden Kurzvorträge zu jeweils zwei Messmethoden und sind dann bis zum Ende des Semesters die Experten für diese Methode. Im Rahmen der Feldversuche werden in der Regel größere Gruppen, ca. 4-6 Studierende gebildet, welche gemeinsam die Versuche durchführen und dann eigenständig auswerten. Am Ende der Veranstaltung erstellt jede Gruppe ein Messprotokoll und einen Messbericht über die einzelnen Versuche. Auf diese Weise wird der Arbeitsablauf eines Experimentators, Recherche der Grundlagen, Zusammenarbeit im Forschungsteam, Durchführung und Protokollieren des Experiments, sowie Auswertung dessen abgebildet.

### **Medienform:**

Folien, Skriptum, Feldmessungen

### **Literatur:**

Bollrich, G.: Technische Hydromechanik, Bd. 1, Huss Medien, Berlin (2007)  
Norm DIN V 19218: Durchflussmessung in Fluiden - Verfahren zur Unsicherheitsermittlung (2008)  
Norm ENV 13005: Leitfaden zur Angabe von Unsicherheiten beim Messen (1999)  
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) Durchflussmessung mit der Salzverdünnungsmethode (2002)  
Maniak, U.: Hydrologie und Wasserwirtschaft, eine Einführung für Ingenieure, Springer-Verlag, Berlin (1993)

### **Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydraulik Praktikum (821029024)

Daniel Quosdorf (daniel.quosdorf@tum.de)



Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV410009: Numerische Gerinnehydraulik | Numerical River Hydraulics [NRH]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird über eine 60-minütige schriftliche Klausur geprüft. Dort wird die Anwendung der theoretischen und praktischen Grundlagen an Hand von Fragen und kurzen Berechnungsaufgaben geprüft. Zudem wird die Fähigkeit die verschiedenen numerischen Methoden zur Lösung von Flachwassergleichungen zu charakterisieren und Berechnungsergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität zu bewerten nachgewiesen. Es sind alle Hilfsmittel erlaubt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzung für das Modul ist das Modul Angewandte Hydromechanik (BV000042) und das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Transportmechanismen (BGU41020).

#### Inhalt:

- Hydromechanische Grundgleichungen (Navier-Stokes Gleichung): Herleitung des Massenerhalts, Impulserhalt, numerischer Lösungsansatz, Randbedingungen
- Flachwassergleichungen (2D-St.Venant-Differentialgleichungen): Herleitung, Eigenschaften, Gültigkeitsbereiche, Randbedingungen
- Grundlagen numerischer Löser: Diskretisierung der Differentialgleichungen, Aufbau eines Berechnungsgitters, numerische Approximationsmethoden, Eigenschaften numerischer Methoden
- Anwendung der Theorie mit Hilfe unterschiedlicher Strömungslöser in OpenFOAM anhand zahlreicher Beispiele

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundlagen der Theorie und der Programmierung eines 2D-Gerinnehydraulik-Programms anzuwenden
- reale Strömungssituationen in der Berechnungssoftware umzusetzen
- eigenständig Berechnungen mit Hilfe des im Verlauf des Semesters selbst entwickelten OpenFOAM Programms durchzuführen
- numerische Methoden für die Lösung von Flachwassergleichungen zu charakterisieren
- die Ergebnisse der numerischen Berechnungen mit Hilfe von Abschätzungen zu überwachen
- die Ergebnisse dieser numerischen Strömungsberechnungen zu bewerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul Numerische Gerinnehydraulik besteht aus zwei Veranstaltungen:

Einer klassischen Vorlesung, in welcher die Theorie an der Tafel erarbeitet wird und deren Anwendung im Rahmen einer Computerübung. Dort werden die in der Vorlesung erlernten Grundlagen mit Hilfe des frei zugänglichen Strömungslösers OpenFOAM angewandt und vertieft. Im Laufe des Semesters werden in Gruppen Übungsaufgaben gelöst, um eine Verknüpfung zwischen der Theorie der Vorlesung und der praktischen Anwendung in der Computerübung herzustellen. Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgt zum Teil in der Präsenzlernphase im Rahmen der Computerübung und zum Teil in der Selbstlernphase.

### **Medienform:**

Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, eigene Mitschrift, Programmcodes am Computer, Computerarbeit

### **Literatur:**

- C.J. Beffa, Praktische Lösung der tiefengemittelten Flachwassergleichungen, PhD thesis, ETH Zürich, 1994
- J.H. Ferziger und M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, Berlin, 2002
- P.G. Franke, Hydraulik für Bauingenieure, Walter de Gruyter, Berlin, 1974
- P. Moin, Fundamentals of Engineering Numerical Analysis, Cambridge University Press, Cambridge, 2001

### **Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 6: Resource Efficiency in Urban Planning | Field of Study 6: Resource Efficiency in Urban Planning

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU36010: Energie-Gebäude-Stadt | Energy-Building-City

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 90 min.

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer Klausur. Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die für den Themenkomplex Energie-Gebäude-Stadt im bauphysikalischen Sinn wesentlichen Prinzipien und Effekte verstanden wurden, komprimiert wiedergegeben und angewendet werden können. Dies schließt insbesondere dynamische energetische Prozesse mit Schwerpunkt Wärmelehre ein. Dazu müssen in begrenzter Zeit und nur mit der Hilfe eines einfachen Taschenrechners Probleme erkannt und Wege zu einer Lösung gefunden werden können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von Mehrfachantworten, darüber hinaus werden Rechenaufgaben gestellt. Es sind keine Hilfsmittel zur Prüfung zugelassen bis auf einen einfachen Taschenrechner.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Bauphysik Grundmodul

Bauphysik Ergänzungsmodul

höhere Mathematik

**Inhalt:**

Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen dynamischer Wärmeprozesse insbesondere die des instationären ein- zwei- und dreidimensionalen Wärmetransports behandelt. Diese Methoden werden auf Gebäude und Stadtebene angewandt und in Zusammenhang mit Energiebilanzen gesetzt. Es werden spezifische Phänomene von kleineren Gebäuden bis zu ganzen Städten hierzu untersucht.

**Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, komplexe bauphysikalische Phänomene des Themenfeldes Energie-Gebäude-Stadt quantitativ zu bestimmen und zu bewerten sowie zugehörige Zusammenhänge zu charakterisieren.

Zudem sind sie in der Lage, selbständig adäquate Lösungsmöglichkeiten für die hierbei typischen bauphysikalischen Aufgabenstellungen in den Bereichen Wärme, Feuchte, Energie zu entwickeln. Außerdem können sie die bauphysikalischen Phänomene auf andere Klimaregionen abstrahieren. Die Studierenden verstehen nach der Teilnahme am Modul tiefergehende Prinzipien bauphysikalischer Methoden der Wärmelehre. Sie können die zugehörigen Prozesse Gebäudeebene und auf Stadtebene analysieren und daraus Konzepte und Technologieanwendungen zu deren nachhaltigen Beeinflussung zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen und Übungen

**Medienform:**

Mitschrift, Tafel, Projektor

Powerpoint-Präsentation, Overhead, Videokonferenzen, Lernplattform

**Literatur:**

Gösele, Schüle, Künzel: Schall, Wärme, Feuchte. Bauverlag Wiesbaden, 10. völlig neu bearbeitete Auflage (1997).

Lutz, Jenisch, Klopfer, Freymuth, Krampf: Lehrbuch der Bauphysik - Schall, Wärme, Feuchte, Licht, Brand - B.G. Teubner, Stuttgart (1997).

Richter, Fischer, Jenisch, Freymuth, Stohrer, Häupl, Homann: Lehrbuch der Bauphysik - Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima - Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2008).

Bauphysik-Kalender 2001. Hrsg. E. Cziesielski. Ernst & Sohn Verlag Berlin (2001).

Sälzer, E.: Schallschutz im Massivbau. Bauverlag Wiesbaden (1990).

Zürcher, Ch.: Bauphysik. Verlag der Fachvereine Zürich, (1988).

Hauser, G., Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau. Bauverlag Wiesbaden, 3. durchgesehene Auflage (1996).

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Klaus Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Energie - Gebäude - Stadt (Vorlesung, 4 SWS)

Göttig R [L], Göttig R

Bauphysik Vertiefung 2 Gebäude/Stadtteil- Übung (Übung, 1 SWS)

Göttig R [L], Göttig R

Bauphysik Vertiefung 2 Gebäude/Stadtteil- Vorlesung (Vorlesung, 3 SWS)

Sedlbauer K [L], Sedlbauer K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU62041: Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - für Umweltingenieurwesen | Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning - for Environmental Engineering**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Klausur (60 Min) und wissenschaftliche Ausarbeitung, die Gewichtung in der Modulnote ist 1:1

Anhand von Verständnisfragen in einer schriftlichen Klausur (60 Minuten) wird überprüft, inwiefern die Studierenden die allgemeinen Nachhaltigkeitskriterien (wie z.B. Siedlungsdichte, Siedlungsstruktur) in Ihre Gänze wiedergeben können und stadtplanerische Aspekte (wie z.B. Funktionstrennung und Funktionsmischung im Hinblick auf die Qualität und Quantität der Verkehrsbewegungen) sowie den Einsatz von Grün in der Stadt erklären können. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Ausarbeitung sollen die Studierenden anhand von Fallbeispielen nachweisen, dass sie die nachhaltigen Strategien für den Umgang mit vorhandener Bausubstanz verstehen und die ressourcenschonende Erweiterung vorhandener Stadtstrukturen sowie das Planen von neuen Siedlungen und dem hieraus resultierenden Verbrauch von Ressourcen (wie z.B. Energie, Luft, und Wasser) kritisch analysieren und bewerten und in einem Gesamtkonzept anwenden können. Die Ergebnisse der schriftlichen Ausarbeitung werden in einem Kurzvortrag vorgestellt.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Entwurf und Planung auf Stadt- oder Gebäudeebene; Kenntnisse aus einem der Bereiche Bauphysik, Gebäudetechnik, Verkehrsplanung, Energietechnik, Abfall- oder Wasserwirtschaft sind wünschenswert.

### **Inhalt:**

Das Modul besteht aus einer Ringvorlesung und einem auf die Vorlesungsinhalte ausgerichteten Seminar. In dem Modul werden die wesentlichen Ansätze nachhaltiger Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung vorgestellt sowie die Schnittstellen und Wechselwirkungen der Themenbereiche innerhalb des Gesamtsystems analysiert und bewertet.

In der Vorlesung vermitteln Fachexperten zu den Bereichen Landschaftsarchitektur/öffentlicher Raum, Wechselwirkungen von Raum- und Verkehrsplanung, Nachhaltiger Städtebau, Erreichbarkeit als Grundlage zur Gestaltung nachhaltiger Mobilität, Elektromobilität, Regenerative Energiesysteme/Energiewirtschaft, Bauphysik/Energieeffizientes Bauen, Energieverwendung, Ressourcenschonendes Bauen, Baustoffe und Material, Bautechnik und Life Cycle Engineering, Behaglichkeit und Lastmanagement, Immobilienentwicklung und Wertermittlung sowie Digitale Werkzeuge der frühen Entwurfsplanung die Grundlagen der Planung.

Im Seminar werden die einzelnen Themenbereiche aufgegriffen und vertieft untersucht. Es werden Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen, architektonischen und fachspezifischen Konzepten vermittelt und die damit in Verbindung stehenden Energie-, Stoff- und Verkehrsströme aufgezeigt.

Ausgehend von der kulturhistorischen Einordnung und der geschichtlichen Entwicklung der Nachhaltigkeit werden Lösungsansätze zur Berücksichtigung ingenieurtechnischer Gesichtspunkte im Hinblick auf ein nachhaltiges Planen und Handeln untersucht und entwickelt. Dies erfolgt anhand von Beispielen themenbezogen, teilweise auch selbstständig. Es wird ein Überblick über das systemische Zusammenwirken der einzelnen Planungskomponenten erarbeitet, auf dessen Grundlage die Auswirkungen von Entscheidungen der einzelnen Planungsbeteiligten auf das Gesamtsystem der Planung verdeutlicht werden.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- allgemeine Nachhaltigkeitskriterien wie Siedlungsdichte, Siedlungsstruktur und dem hieraus resultierenden Verbrauch von Ressourcen wie Energie, Luft, und Wasser zu analysieren
- räumliche, strukturelle, materielle, kulturelle und gesellschaftliche Aspekte in ihrer sektorenübergreifenden Wirkung zu verstehen
- anhand von Fallbeispielen solche Wirkungen methodisch zu analysieren und getroffene Planungsentscheidungen zu bewerten
- Systemzusammenhänge zu quantifizieren und zu interpretieren
- Fragen der Mobilität im Hinblick auf Individualverkehr und öffentlichem Nahverkehr sowie alternative Verkehrskonzepte im Hinblick auf das Potenzial einer energie- und ressourcenschonenden Planung zu verstehen
- stadtplanerische Aspekte wie Funktionstrennung und Funktionsmischung im Hinblick auf die Qualität und Quantität der Verkehrsbewegungen sowie der Einsatz von Grün als Element zur Steuerung von Komfort und Stadtraumqualität und dessen Bedeutung für das soziale Leben und die Lebensqualität in der Stadt darzustellen



- nachhaltige Strategien für den Umgang mit vorhandener Bausubstanz (Rückbau), die ressourcenschonende Erweiterung vorhandener Stadtstrukturen sowie das Planen von neuen Siedlungen zu verstehen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrform ist eine Vorlesung mit begleitendem Seminar.

In der Vorlesung werden die Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen und architektonischen Entwurfskonzepten und den hiermit in Verbindung stehenden Energie-, Stoff- und Verkehrsströmen aufgezeigt sowie deren Bedeutung für das Schaffen von Stadtraum- und Lebensqualität dargestellt. Es werden die Grundlagen der Planung sowie Lösungsansätze von Fachexperten gelehrt, die zeigen, wie sich Planungsaufgaben unter Berücksichtigung architektonischer und städtebaulicher Gesichtspunkte im Hinblick auf ein nachhaltiges Handeln lösen lassen. Unterstützend zur Vorlesung werden innerhalb des Seminars die Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen/architektonischen Entwurfskonzepten und den Grundlagen des nachhaltigen Planen und Bauens vertieft. In theoretischer Auseinandersetzung mit den in der Vorlesung dargestellten Themen wird deren Wirkung innerhalb des Gesamtsystems sowie ein Gesamtbild des thematischen Zusammenwirkens erarbeitet. Anhand von Beispielen werden die Auswirkungen von Planungsentscheidungen unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit teilweise auch selbstständig analysiert und ihre Wirkung im Gesamtzusammenhang quantifiziert.

### **Medienform:**

Folien, Beamerpräsentation, Literatur, Computerberechnungen

### **Literatur:**

Eine aktuelle Literaturliste zu den Semesterthemen liegt jeweils am Semesteranfang am Lehrstuhl aus und steht zum Download auf der Website zur Verfügung.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - Vorlesung (Vorlesung, 2 SWS)

Lang W [L], Hernández Chamorro A, Lang W, Reitberger R, Schade C, Schwering K

Nachhaltige Gebäudeplanung im urbanen Kontext (Seminar, 2 SWS)

Lang W [L], Hernández Chamorro A, Lang W, Schwering K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU62043: Aspects of Sustainable Urbanism | Aspects of Sustainable Urbanism

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

written/drawn, cumulative exercises: The Module consists of two parts (A+B) and will be credited with 6 ECTS when both parts are passed successfully.

Part A (40%, individual work): Lecture series and accompanying workshop. Completion of one assignment, that will be developed (from various disciplinary perspectives of sustainable urban design) during workshop sessions and presented in the final session. The assignment will require students to investigate and discuss the presented topics within the particular context of a city. Attendance at the lecture and workshop sessions is mandatory.

Part B (60%, group work): Individual reflection of lecture content, workshop results and reading in a short text and graphic summary as a poster and presentation.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

No previous knowledge in the field is required.

### Inhalt:

The module provides systemic insight into basic principles of Urban Planning and Design, Urban (Re-)Development, based on key principles Sustainable Urbanism. Focal aspects are (amongst others): – the perception and exploration of key challenges of transformation, techniques of problem identification and conceptualization of resolution strategies in the urban realm, –

application of exemplary morphologic and physiologic indicators of urban structure, as well as – the illustration of urban regenerations processes in best practise urban projects. The module confronts the student with a repertoire of possibilities to integrate complex spatial, aesthetic, social, cultural, ecological and sustainable qualities into contemporary living environments. Physical encounters with the city (on-site workshops) are featured for studying important urban settings and city phenomena in real life.

**Lernergebnisse:**

After attending the lecture and completing the exercises, the students are able to recognize and understand current patterns of transformation of contemporary urban and suburban structures including connections between ecological, societal and economic factors. Based on the presentation of examples, students can reflect and understand basic ideas and approaches towards more sustainable living environments. Workshop sessions provide insight into the application of basic instruments of urban design and sustainable urban development and enable students to make connections with the focus of their major field of study and its toolsets.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture series that feeds into a practice seminar: Basic urban design topics are introduced by lecture to then be individually applied in the workshop researching actual plots.

**Medienform:**

keynote, exercise sheets, sketching paper

**Literatur:**

Jane Jacobs. The death and life of great American cities. 1961.

Jan Gehl. Cities for people. 2010.

David Graeme Shayne. Recombinant Urbanism. 2005.

**Modulverantwortliche(r):**

Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Aspects of Sustainable Urbanism (Vorlesung, 2 SWS)

Lang W [L], Brasche J, Linke S, Schade C, Schwering K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU62059: Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen | Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung besteht aus einer wissenschaftlichen Ausarbeitung inklusive einer kurzen Präsentation.

In der wiss. Ausarbeitung, (Umfang 30-40 Seiten) zeigen die Studierenden, ob sie in der Lage sind, eine konkrete Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) auf ein bestehendes oder geplantes Gebäude wissenschaftlich korrekt wiedergeben zu können. Die Ausarbeitung zielt darauf ab zu prüfen, inwiefern eine wiss. Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung unter den Gesichtspunkten der Anwendung zielführender wissenschaftlicher Methoden erfolgt. Die dabei geforderte konkrete Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) auf ein Gebäude basiert auf einem Beispielprojekt.

In einer kurzen Präsentationen (ca. 10 Min.) zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, die Sachverhalte rethorisch wiedergeben zu können, und sich in einem Dialog mit dem Publikum über das Thema auseinander zu setzen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die erfolgreiche Teilnahme an dem Modul Ökobilanzierung BV360009

#### **Inhalt:**

Der Inhalt zum Modul Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) besteht aus:

- Vermittlung der Grundlagen einer Gebäude LCA
- Vermittlung von Softwarekenntnissen zur Durchführung einer LCA
- Berechnung und Auswertung von Energie und CO2 Bilanzen auf Material und Bauteilebene
- Ermittlung von Potentialen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen
- Studierende bearbeiten eigenständig ein gegebenes Projekt
- Vorstellung der erarbeiteten Ergebnisse im Rahmen eines Vortrags und Ausarbeitung einer Seminararbeit

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Modul in der Lage:

- Fundiertes Grundlagenverständnis über die Ökobilanzierung wiedergeben
- Ökobilanz-Ergebnisse adäquat zu bewerten.
- Energie- und CO2-Bilanzen zu analysieren.
- Die wichtigsten ökologischen Stellschrauben an einem Gebäude zu verstehen zu bewerten.
- Berechnungen in einer Ökobilanz-Software (eLCA) auf konkrete Gebäude anzuwenden.
- bestehende Gebäudestrukturen hinsichtlich der verwendeten Bauteile und Materialien über alle Lebenszyklusphasen zu analysieren und Optimierungsvorschläge zu erarbeiten
- Empfehlungen für ökologische Optimierungen eines Gebäudeentwurfs unter Berücksichtigung aller Lebenszyklusphasen zu entwickeln.
- eine Lebenszyklusanalyse auf ein Gebäude wissenschaftlich korrekt wiedergeben.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar. In dem Seminar finden vereinzelt Input Vorträge statt, um den Studierenden notwendige Grundlagen über die Ökobilanz und einer Lebenszyklusbetrachtung zu vermitteln. Basierend auf den Vorträgen findet im Seminar die Anwendung dieses Wissens an einem konkreten Beispielprojekt statt. Die Studierenden bearbeiten die Aufgabenstellung in Gruppenarbeit und werden durch den Lehrenden betreut (Gruppenarbeit, Seminar). Die Teilnehmer entwickeln nachhaltige Bauteile und identifizieren die damit einhergehenden Auswirkungen auf das Gebäude und die Umwelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Anwendung einer Lebenszyklusbetrachtung am konkreten Gebäude und dem Verständnis der wichtigsten Stellschrauben. Dabei ist es besonders wichtig, ökologische Fragestellungen in frühen Planungsphasen projektspezifisch zu erarbeiten und zu beantworten.

### **Medienform:**

Power Point, eLCA

### **Literatur:**

DIN, ENISO. 14044: 2006-10 Umweltmanagement–Ökobilanz–Anforderungen und Anleitungen. DIN Deutsches Institut für Normung eV Berlin: Beuth Verlag, 2006. DIN, ENISO. 14040: Umweltmanagement–Ökobilanz–Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung der EN ISO, 1997, 14040. Jg., Nr. 1997, S. 16. KÖNIG, Holger, et al. Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2009.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV360009: Ökobilanzierung | Life-cycle Assessment

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Klausur (60 min). Mit der Klausur wird überprüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen der allgemeinen und gebäudespezifischen Ökobilanzierung in begrenzter Zeit präzise wiedergeben und auf andere Sachverhalte transferieren können. Unter anderem soll durch die Integration konkreter Fallbeispiele überprüft werden, inwieweit die Studierenden maßgebende Anforderungen und Parameter der Ökobilanzierung verstehen, anwenden und bewerten können. Die Prüfung beinhaltet teils eigene Formulierungen von Antworten, Rechenaufgaben, das Erstellen von Skizzen sowie Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Nachhaltigkeit

#### Inhalt:

Das Modul ‚Ökobilanzierung‘ wird im Wintersemester angeboten. Wesentlicher Inhalt des Moduls ist das die Methode der Ökobilanzierung sowie des vernetzten Denkens in Bezug auf ökologische Entscheidungskriterien sowie deren Abhängigkeiten und Interpretation.

Der Kurs gibt einen Überblick über den Kontext der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment) sowie alternative Bewertungsmethoden. Hierbei werden zum einen die Prozesse und Abläufe von Ökobilanzierungen im Allgemeinen betrachtet, zum anderen werden speziell die Ansätze der Ökobilanzierung im Bauwesen analysiert und Rückschlüsse zu Entscheidungskriterien und

Handlungsansätzen für eine Planung von nachhaltigen Gebäuden gezogen. Basis des Seminars bildet die nationale und internationale Normung. Das notwendige Basiswissen für die Erstellung einer Ökobilanz wird vermittelt:

- Ziel und Untersuchungsrahmen
- Sachbilanz und Produktsysteme
- Wirkungsbilanz, Indikatoren und Wirkungskategorien
- Interpretation, Iteration und Analysen
- Umweltproduktdeklarationen und Datenbanken
- Allokationen
- Substitution und End-of-Life
- Recycling, Nutzung und Lebensdauer von Bauteilen

Des Weiteren bietet ein anwendungsorientierter Workshop parallel zum Theorieteil im Anschluss an einzelne Vorlesungen das Verstehen und Anwenden der Methode. Der konkrete Kontext mit einem beispielhaften Gebäude ermöglicht den realistischen Umgang mit entsprechenden Daten und Datenbanken sowie die sukzessive Implementation und den strukturierten Aufbau einer Ökobilanzberechnung in Excel. Praxisvorträge geben zusätzlich einen Ausblick auf aktuelle Anwendungsgebiete der Ökobilanzierung und bieten die Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Methode der Ökobilanzierung zu verstehen und anzuwenden sowie das Prinzip des vernetzten Denkens in Bezug auf ökologische Entscheidungskriterien,

Abhängigkeiten und deren Interpretation zu beherrschen. Dies umfasst die Grundlagen einer ökologischen Bewertung zu charakterisieren, die inhaltlichen und methodischen Funktionsprinzipien und Abläufe einer Ökobilanzierung im Bauwesen zu diskutieren und anzuwenden sowie die Entwicklung und die normativen Grundlagen und Zusammenhänge zu beschreiben. Sie können Ziel und Untersuchungsrahmen einer Ökobilanz für Produkte und Gebäude in Ihren Grundzügen eigenständig aufstellen sowie die Berechnung aufbauen und durchführen. Sie beherrschen die Verwendung und Interpretation von Datenbanken (z.B. ökobau.dat, ecoinvent etc.) und verstehen wie Ökobilanzierung-Werkzeuge (z.B. eLCA, LEGEP, GaBi etc.) aufgebaut sind und können Ergebnisse interpretieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen und begleitende Übungsveranstaltungen (Workshop), unterstützt durch Tafelarbeit und Präsentationen.

Der Vorlesungsstoff wird mittels paralleler Übungsveranstaltungen und der Anwendung und Berechnung in Excel vertieft. Den Studierenden werden Fallbeispiele und Teilaufgaben zur eigenen Bearbeitung zur Verfügung gestellt.

### **Medienform:**

Präsentationen, Videos, Tafelarbeit, Skript (Vorlesungsfolien) von ca. 2x200 Seiten sowie ein möglicher Download in Moodle. Mitschrift der Studierenden.



### **Literatur:**

Skript (Vorlesungsfolien) der Lehrveranstaltungen. Eine Mitschrift durch die Studierenden ist erforderlich.

- Informationsportal Nachhaltiges Bauen: [www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de)
- IPCC Reports
- Water Footprint Assessment Manual (2011)
- Ecological Footprint Atlas (2010)
- ILCD Handbook - General guide for LCA (2010)
- Humbert et al. (2012) - Impact 2002+ User Guide
- Rüter et al (2012) - Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz
- Klöpffer, W. (2014) - Ökobilanz (LCA)
- Kohler, König et al. (2010) - A life cycle approach to buildings
- Khouli, John et al (2015) - Sustainable Construction Techniques
- Guinée et al (2001), LCA - An operational guide to the ISO-standards
- Eyerer, P.: Ganzheitliche Bilanzierung, Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen; Springer Verlag; Heidelberg, Berlin, New York (1996).
- DIN EN ISO 14040:200911 Umweltmanagement Ökobilanz Grundsätze und Rahmenbedingungen
- DIN EN ISO 14044:200610 Umweltmanagement Ökobilanz Anforderungen und Anleitungen
- DIN EN 15804:2014-07: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
- DIN EN 15978:2012-10: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode

### **Modulverantwortliche(r):**

Stefan Winter ([bauko@bv.tum.de](mailto:bauko@bv.tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ökobilanzierung (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Winter S [L], Ebert S, Ott S, Wagner A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV620003: Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur | Interaction between Sustainability and Building Culture [WNB]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung ist die betreute Erarbeitung einer wissenschaftlichen Ausarbeitung (ca. 20 S.) in Teams von 2-3 Studierenden.

Durch die Analyse von Beispielprojekten innerhalb Ihres gewählten Themas weisen die Studierenden dabei nach, dass ihnen die Kriterien von Nachhaltigkeit und Baukultur in Gänze vertraut sind. Die anschließende Untersuchung der Wechselwirkungen, wie z.B. Synergien und Konflikte zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur zeigt die Fähigkeit einer vertieften, strukturierten Auseinandersetzung mit deren vielfältigen und bisweilen widerstreitenden Anforderungen.

Ihre Kompetenz zur Beurteilung der Implementierung von baukulturellen Aspekten und Nachhaltigkeitsanforderungen weisen die Studierenden durch eine differenzierte argumentative Darlegung nach.

Die wissenschaftliche Ausarbeitung wird zu Semesterende in einer Präsentation (20 min.) vorgestellt, um die kommunikative Kompetenz des Vortrags wissenschaftlicher Untersuchungen sowie resultierender Argumentationslinien zu überprüfen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Teilnehmer sollten erste Erfahrung im Bereich Entwerfen oder Ausführung von Bauprojekten im Rahmen ihres Studiums gemacht haben. Inhalte der Vorlesung "Grundlagen des nachhaltigen Bauens" sollten den Studierenden geläufig sein.

### **Inhalt:**

Inhalte:

- Geschichte der Nachhaltigkeit im Bauwesen
- Beurteilungskriterien für Nachhaltigkeit
- Was ist Baukultur? Beurteilungskriterien von Baukultur und architektonisch-räumlicher Qualität
- Wechselseitiger Einfluss von Nachhaltigkeit und Baukultur
- Nachhaltigkeit im Bauwesen anderer Kulturen (z.B. Einfluss des Klimas oder lokaler Faktoren auf Bauformen)
- Analyse des Ist-Zustandes in Europa (z.B. Wettbewerbsergebnisse mit dem Thema Nachhaltigkeit, gebaute Beispielprojekte)
- Beweggründe, Nachhaltigkeit als Entwurfskriterium einzusetzen (z.B. die PR-Wirksamkeit von "grün")
- "Nimby" - not in my backyard: Nachhaltigkeit in der Praxis
- Strategien, Nachhaltigkeit und Baukultur in Einklang zu bringen

### **Lernergebnisse:**

Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Bedeutung von Nachhaltigkeit als Entwurfskriterium zu diskutieren
- die Verantwortung der planerischen Fachdisziplinen für die Qualität der Bauten zu erkennen und die Möglichkeiten planerischer Einflußnahme im Kontext der integralen Planung zu beschreiben
- die Entwicklung der Identität traditioneller und vernakulärer Baukulturen aus technischen und klimatischen Anforderungen eines Landes oder einer Region zu verstehen
- Kriterien zur Beurteilung von Baukultur zu erklären und auf Projektbeispiele anzuwenden
- Nachhaltigkeitsaspekte im Entwurfsprozess zu implementieren unter Berücksichtigung der baukulturellen Auswirkungen
- Zielkonflikte und Synergien zwischen Baukultur und Nachhaltigkeit zu untersuchen
- an Projekten im Hoch- und Tiefbau den Zusammenhang zwischen den Anforderungen der Nachhaltigkeit und deren Auswirkungen auf die Baukultur zu analysieren und das Projekt unter diesen Aspekten zu beurteilen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einem SEminar.

Die Vorlesung schafft die inhaltlichen Grundlagen, indem sie theoretisches Fachwissen vermittelt und Einblicke in aktuelle Entwicklungen gibt. Fachexperten ergänzen als Gastreferenten die Vorlesung, um die Praxisnähe und Anwendung zu veranschaulichen. Indem sie verschiedene Blickwinkel auf die Anforderungen aus Nachhaltigkeit und Baukultur repräsentieren, fördern die Vorträge in anschließenden Diskussionen die Reflektion des Themas durch die Studierenden. Im Rahmen von Exkursionen werden die Inhalte der Vorlesungen vertieft und veranschaulicht.

Im Seminar werden die Themen vertieft behandelt und eine detaillierte Auseinandersetzung mit einzelnen Fragestellungen erlaubt. Aspekte des Themas werden zu Beginn in Workshops und Diskussionen erarbeitet.

In Teams von 2-3 Studierenden wird im Verlauf des Semesters die kritische Auseinandersetzung mit den Wechselwirkungen zwischen Baukultur und Nachhaltigkeit (z.B. Zielkonflikten und

Synergien) vertieft. Dazu werden Themen zur Auswahl gestellt (z.B. bestimmte Bautypologien oder –projekte). Anhand dieser wenden die Studierenden das erworbene Fachwissen an, indem sie Projekte im gewählten Themenfeld hinsichtlich der Wechselwirkungen untersuchen und beurteilen.

Das Ergebnis wird in Form einer schriftlichen, wissenschaftlichen Ausarbeitung aufbereitet und in einer Präsentation im Seminar vorgestellt.

**Medienform:**

Powerpoint, Moderationskarten (Workshoparbeit), Blog

**Literatur:**

- Durth, W., Sigel, P., Baukultur - Spiegel gesellschaftlichen Wandels, Jovis Verlag, Berlin, 2009
- Weeber, H., Weeber, R., Baukultur! Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, 2007
- Bundesstiftung Baukultur, Nagel, R. (Hrsg.), Baukulturbericht 2014/15, Gebaute Lebensräume der Zukunft – Fokus Stadt Potsdam, 2014

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur - Vorlesung (Vorlesung, 2 SWS)

Lang W [L], Eckert D, Schwering K

Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur - Seminar (Seminar, 2 SWS)

Lang W [L], Eckert D, Schwering K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV620006: Sonderthemen des nachhaltigen Bauens | Special Topics in Sustainable Design**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Vorlesung mit Vor- und Nachbereitung der Vortragsinhalte. Eigenständigen Erarbeitung von Strategien und Lösungsansätzen, die zu Semesterende in Form einer wissenschaftlichen Ausarbeitung und einer Präsentation dargestellt werden. Durch die Prüfung in Form eines Vortrags und einer wissenschaftlichen Ausarbeitung sollen die Studentierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, sich aktuellen Forschungsthemen über einen Zeitraum von einem Semester zu beschäftigen und kritisch auseinander zu setzen. Dabei wird auf verschiedene Fragestellungen aus Bauphysik, Architektur und technischer Gebäudeausstattung eingegangen und diese forschungsbezogen angewandt und bewertet.

In Interaktion mit den Prüfenden sollen typische Problemstellungen ergebnisorientiert analysiert werden und die Lösungswege in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht werden.

Die Form des mündlichen Leistungsnachweises ermöglicht dabei iterative Fragestellungen mit steigender Komplexität und das individuelle Eingehen auf die Studierenden, wodurch eine realistische Einschätzung bezüglich der im Rahmen des Moduls erlangten Kompetenzen ermöglicht wird.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse in der Architektur/Bauphysik/Gebäudetechnik

**Inhalt:**

Begleitend zu aktuellen Forschungs- und Praxisthemen werden einzelne Themenbereiche betrachtet und in einer eigenständigen Arbeit genauer erarbeitet. In einem interdisziplinären Ansatz werden den Studierenden die wesentlichen Zusammenhänge der am Bau beteiligten Parteien dargestellt.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, aktuelle Themen des nachhaltigen Bauens und Ergebnisse zu verstehen und anzuwenden. Des Weiteren sind sie in der Lage, Themen der Nachhaltigkeit mit Bauprozessen abzustimmen und deren Umsetzbarkeit zu beurteilen.

Komplexe Fragestellungen und Zusammenhänge der Bauphysik, Architektur und der technischen Gebäudeausstattung können erklärt und veranschaulicht werden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Rollenspiel, Recherche, Übungseinheiten, Video-Analyse. Durch diese Methoden können die Studierenden bereits während des Seminars die gelehrt Techniken anwenden und ihre Kompetenzen weiterentwickeln.

**Medienform:**

Präsentationsprogramme, wie Powerpoint

**Literatur:**

Hegger, Manfred ; Fuchs, Matthias ; Stark, Thomas ; Zeumer, Martin: Energie Atlas : Nachhaltige Architektur. Berlin: Walter de Gruyter, 2007.

Kaltschmitt, Martin ; Streicher, Wolfgang ; Wiese, Andreas: Erneuerbare Energien : Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2013.

Lenz, Bernhard ; Schreiber, Jürgen ; Stark, Thomas: Nachhaltige Gebäudetechnik : Grundlagen - Systeme - Konzepte. Berlin: Walter de Gruyter, 2010.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI0699: Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur | Urban Energy Systems and modern infrastructure for cities [STAMSI]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                                 |                              |                                          |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5           | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 60 minütigen Klausur, in der die Studierenden sowohl kurze Text- und Multiple-Choice-Fragen zur Prüfung der Methodenkompetenz, als auch einfache Rechenaufgaben zur Überprüfung der Beherrschung der vorgestellten Anwendungen und insbesondere den Berechnungen zur Auslegung von Komponenten der Infrastruktur bearbeiten. Weitere Textaufgaben dienen dazu die Fähigkeit die Größenordnung abzuschätzen auch wenn nur unvollkommene Informationen vorliegen zu prüfen. Die Klausur wird benotet und es sind keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Es wird eine kurze Einführung in die Stadtplanung als Oberthema gegeben. Als Datengrundlage der weiteren Analyse werden Bevölkerungs- und Beschäftigtenstatistik sowie Gebäudedatenbanken von ausgewählten Beispielstädten betrachtet. Der Fokus liegt auf einer Betrachtung der verschiedenen Energienachfragen in einer Stadt wie Raum- und Prozesswärme und -kälte, elektrischer Strom und Treibstoffe. Diese Erkenntnisse werden auf eine spartenübergreifende Netzplanung wie Fernwärme- und -kältenetz und Stromnetz angewandt. Zudem werden eine kurze Einführung in Wasserversorgung und Lebensmittellogistik sowie die Müll- und Abwasserentsorgung unter Berücksichtigung der

energetischen und stofflichen Verwertung der Abfallströme gegeben und der städtische Verkehr behandelt. Eine integrierte und ganzheitliche Betrachtung der genannten Bereiche ist dabei immer das Ziel.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die Komplexität des technischen Systems "Stadt". Sie sind in der Lage den Aufbau von Gebäudedatenbanken und Grundlagen von Geoinformationssystemen (GIS) wiederzugeben. Zudem können sie Größenordnungsabschätzungen in diesem Bereich beurteilen und erstellen. Sie verstehen die Grundlagen der städtischen Ver- und Entsorgungsinfrastruktur, insbesondere im Energiebereich, sowie des Stadtklimas und sind in der Lage die Auslegung und die dazu relevanten Verlustmechanismen zu analysieren und in vereinfachten Fällen zu berechnen. Die Studierenden erkennen die Vorteile der spartenübergreifenden Analyse als wichtige zukünftige Methode der Stadtplanung.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung. Die Vorlesungen werden in Form von Präsentationen gehalten was in der Breite der behandelten Themen begründet liegt. Für die Übungen werden Arbeitsblätter den Studierenden für eine Woche zur selbstständigen Bearbeitung zur Verfügung gestellt und anschließend in den integrierten Übungsstunden an der Tafel besprochen. Dies dient der Wiederholung und Vertiefung der ausgewählten Themen.

### **Medienform:**

Präsentationen, Arbeitsblätter

Es existiert ein MOOC der aus dieser Vorlesung entstanden ist.

### **Literatur:**

Bott, Helmut; Grassl, Gregor C.; Anders, Stephan (Hg.) (2018): Nachhaltige Stadtplanung.

Lebendige Quartiere - Smart cities - Resilienz. Institut für Internationale Architektur-Dokumentation. Zweite Auflage (überarbeitet und aktualisiert). München: Edition DETAIL (Edition DETAIL).

Keirstead, James; Jennings, Mark; Sivakumar, Aruna (2012): A review of urban energy system models: Approaches, challenges and opportunities. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (6), S. 3847–3866. DOI: 10.1016/j.rser.2012.02.047.

World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations. Online verfügbar unter <https://population.un.org/wup/Publications/>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hg.) (2019): Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2019. Berlin.

Zudem ist eine Reihe von Abschlussarbeiten relevant. Details werden bei Beginn der Modulveranstaltung genannt.

### **Modulverantwortliche(r):**

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.



**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Hamacher T, Odersky L, Molar Cruz A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ6407: Ökologische Stadtentwicklung | Urban Ecology

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer Präsentation (15 min) mit schriftlicher Aufbereitung (ca. 20 Seiten). Im Rahmen der Präsentation weisen die Studierenden nach, dass Sie die Aufgabenbereiche der ökologischen Stadtentwicklung verstehen und stadtökologische Theorien und Methoden kennen. Sie zeigen, dass sie diese Theorien und Kenntnisse in einer Fallstudie auf ein ausgewähltes Thema anzuwenden können, um stadtökologische Strategien zu entwickeln und beurteilen zu können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse in Landschaftsökologie und Landschaftsplanung

#### Inhalt:

Städte sind gut für Menschen – aber sind sie auch gut für die Erde? Welche Möglichkeiten bestehen für eine nachhaltig umweltverträgliche Stadtentwicklung und welche Rolle kann dabei die Landschaftsplanung spielen? Das Modul vermittelt dazu stadtökologisches Wissen und Methoden und stellt innovative Ansätze für die ökologische Stadtentwicklung vor. Der Schwerpunkt liegt auf dem ökologischen Umbau bestehender Stadtstrukturen. Themen sind u.a.: Ökologische Konsequenzen und Herausforderungen der globalen Urbanisierung, Theorie und Prinzipien für ökologischen Stadtumbau und Stadtentwicklung; Management des städtischen Metabolismus (Stoff- und Energieströme, Treibhausgasemissionen) und natürlicher Ressourcen (Stadtklima, Wasser, Boden und Biodiversität), Anpassung an den Klimawandel, Strategien für eine multifunktionale Grüne Infrastruktur, Grüne kompakte Städte, Schrumpfende Städte –

Chancen für den ökologischen Stadtumbau? Stadtnahe Landwirtschaft und ‚Urban Forestry‘, Strategien für die Entwicklung peri-urbaner Räume, Bürgerengagement im ökologischen Stadtumbau

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage:

1. Grundlegende stadtökologische Theorien und Methoden zu verstehen.
2. Aufgabenbereiche der ökologischen Stadtentwicklung, z.B. Stadtklima, Regenwassermanagement, Bodenschutz, Sicherung und Entwicklung von Natur und Biodiversität zu verstehen und Lösungsansätze zu analysieren.
3. Strategien für die Verminderung des ökologischen Fußabdrucks, die Sicherung und Verbesserung der Umwelt- und Lebensbedingungen in der Stadt sowie der Anpassung an den Klimawandel zu analysieren und zu bewerten.
4. Stadtökologische Theorien und Methoden in einer Projektübung anzuwenden, um eine Strategie für die ökologische Stadtentwicklung zu entwerfen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einem Seminar. In der Vorlesung wird das nötige Wissen durch Vorträge vermittelt. Die Vorlesung umfasst folgende Themen wie Ökologische Herausforderungen für die Stadtentwicklung; Stadtlandschaft und ihre ökologischen Leistungen; Stadtböden und ihr Schutz; Stadtklima; Anpassung an den Klimawandel; Wasser in der Stadt; Metabolismus der Stadt.

Ziel des Seminars ist es, Methoden zur stadtökologischen Analyse und Bewertung in einem Stadtquartier anzuwenden, um Lösungsvorschläge für eine Strategie für die Klimawandelanpassung zu entwickeln. Dieses Seminar wird in Form einer Projektübung in Kleingruppenarbeit durchgeführt.

**Medienform:**

Powerpoint, Modellierungssoftware, Übungsblätter

**Literatur:**

Literature:

Niemelä J. et al., 2011. Handbook of Urban Ecology. Oxford University Press, Oxford, UK.

Auf weitere Literatur wird im Zusammenhang mit den Vorlesung und dem Seminar hingewiesen

**Modulverantwortliche(r):**

Stephan Pauleit [pauleit@wzw.tum.de](mailto:pauleit@wzw.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Seminar zur ökologischen Stadtentwicklung (Seminar, 2 SWS)

Pauleit S

Ökologische Stadtentwicklung (Vorlesung, 2 SWS)

Pauleit S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 7: Environmental Geotechnics | Field of Study 7: Environmental Geotechnics

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU50007: Grundwassermanagement und nachhaltige Materialverwendung in der Geotechnik | Ground Water Handling and Sustainable Use of Geomaterials in Civil Construction

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur. Die Prüfung besteht sowohl aus allgemeinen Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus Berechnungen und Bemessungsaufgaben. Als Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Prüfung sind alle Studienunterlagen, einfacher wissenschaftlicher Taschenrechner und Literatur zugelassen.

Durch kurze Verständnisfragen weisen die Studierenden nach, dass sie komplexe geotechnische Grundwasserprobleme und Bedeutung von Tailings hinsichtlich geotechnischer und umweltrelevanter Aspekte verstehen sowie unterschiedliche hydraulische Versagensmechanismen, einschl. des Versagens von Tailings einschätzen können. Durch die Berechnungs- und Bemessungsaufgaben anhand gegebener geotechnischer Beispiele wird überprüft, ob die Studierenden Berechnungsansätze zur Lösung von geotechnische Grundwasserproblemen sowie Methoden zum Umgang mit industriellen Nebenprodukten und RC-Baustoffen anwenden, aus der Bestimmung von Grundwasserbewegungen Wasserhaltungsmaßnahmen für Baumaßnahmen konzipieren und nachvollziehbar darstellen können sowie Massenbewegungen von Böden und anderer Materialien im Erdbau unter Berücksichtigung von geotechnischen und umweltrelevanten Aspekten quantitativ planen können. Ferner zeigen sie, dass sie Lösungen zur Minimierung der Auswirkungen von Baumaßnahmen

auf das Grundwasser sowie Konzepte für den Umgang mit schwierigen Böden im Erdbau zu entwickeln können.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (TUM) oder gleichwertige Module

**Inhalt:**

- Theorie der Grundwasserbewegung in Boden und Fels
- Hydrogeologische Baugrunderkundung
- Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit anhand von Labor- und Feldversuchen
- Methoden der Grundwasserabsenkung (Vertikalfilterbrunnen, Horizontalfilterbrunnen, Vakuumbrunnen, Elektrosmose, Brunnenherstellung und Bemessung)
- Suffosion, Erosion, Clogging, Hydraulischer Grundbruch
- Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse durch Bauwerke, Grundwasserüberleitungssysteme
- Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen
- Ermittlung von Bemessungsgrundwasserständen
- Grundwasserschutz im Verkehrswegebau
- Geothermie (thermische Eigenschaften von Böden, oberflächennahe und tiefe Geothermie)
- Nachhaltige Verwendung mineralischer Materialien: Problemstellung, rechtliche Aspekte, geotechnische und umwelttechnische Baugrunderkundung, Charakterisierung von RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten, mechanische und hydraulische Eigenschaften von RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten, Verwendung von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau, Verwendung schwieriger Böden und Baustoffe im Erdbau
- Tailings: allgemeine Aspekte, Standsicherheit von Tailings, umwelttechnische Gesichtspunkte und Ertüchtigung

**Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme an dem Modul sind die Studenten in der Lage:

- Ansätze zur Lösung von geotechnische Grundwasserproblemen anzuwenden
- Lösungen zur Minimierung der Auswirkungen von Baumaßnahmen auf das Grundwasser zu entwickeln
- Wasserhaltungsmaßnahmen zu konzipieren.
- unterschiedliche hydraulische Versagensmechanismen einzuschätzen
- vertieftes Wissen über den Umgang mit industriellen Nebenprodukten und RC-Baustoffen anzuwenden
- Massenbewegungen von Böden und anderer Materialien im Erdbau unter Berücksichtigung von geotechnischen und umweltrelevanten Aspekten zu planen
- Konzepte für den Umgang mit schwierigen Böden im Erdbau zu entwickeln
- die Bedeutung von Tailings hinsichtlich geotechnischer und umweltrelevanter Aspekte zu verstehen

- Versagensmechanismen von Tailings zu analysieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung.

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der Grundwasserbewegungen im Boden, der hydrogeologischen Erkundung von Baugründen und der Maßnahmen zur Beeinflussung der Grundwasserbewegungen, als Powerpoint-Vortrag, unterstützt durch Bilder, ggf. Filmen und Diskussionen vermittelt, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Berechnungsbeispiele aus praxisnahen gentechnischen Aufgabestellungen vermitteln die quantitativen Methoden zur Berechnung von gentechnischen Grundwasserproblemen sowie zur Konzeption von Maßnahmen zu deren Behandlung. Die PowerPoint Folien werden für die Studierendenaufbereitung und während der Veranstaltung als Ausdruck verteilt. Alle Unterlagen werden über die elearning Plattform Moodle zur Verfügung gestellt.

**Medienform:**

Notizen während der Vorlesung, Tafelarbeit, PowerPoint-Folien

**Literatur:**

VOGT, N. Vorlesungsskript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Emanuel Birle [e.birle@tum.de](mailto:e.birle@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU50008: Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen | Geotechnical Issues in Environmental Engineering

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur. Die Klausur besteht sowohl aus allgemeinen Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus Berechnungen und Bemessungsaufgaben. Als Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Prüfung sind alle Studienunterlagen, einfacher wissenschaftlicher Taschenrechner und Literatur zugelassen.

Durch theoretische Fragen anhand gängiger umweltgeotechnischer Fragestellungen wird nachgewiesen, dass die Studierenden die gängigen gesetzlichen Rahmenbedingungen im Bereich des Deponiebaus, Besonderheiten bei der Bebauung von Tagebaukippen und Verfüllungen darlegen, sowie relevante technische Anwendungen (z.B. Eignung unterschiedlicher Materialien für Abdichtungssysteme im Deponiebau, Möglichkeiten für die Verwendung von RecyclingBaustoffen im Erd- und Deponiebau, Verfahren zur Altlastensanierung) in ihrer Wirkung beurteilen können. Durch Aufgaben zur Konzeption bzw. Berechnung/Bemessung weisen die Studierenden nach, dass sie die Grundlagen der Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden für Randwertprobleme der Umweltgeotechnik anwenden können sowie Verfahren zur Altlastensanierung und Verfahren zur Baugrundverbesserung von Tagebaukippen und Auffüllungen konzipieren und nachvollziehbar beschreiben können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundbau und Bodenmechanik Grund und Ergänzungsmodul (TUM) oder gleichwertige Module



### **Inhalt:**

- Bodenmechanische Grundlagen: Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden
- Umgang mit mineralischen Abfällen
- Deponiebau: Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme, mineralische Abdichtungen, geosynthetische Tondichtungsbahnen, Geokunststoffe, Schadstofftransport, mechanische Eigenschaften von Abfall, Standsicherheit von Deponiekörpern, Wasserhaushalt von Oberflächenabdichtungssystemen, Nachnutzung von Deponien
- Bebauung von Tagebaukippen und Auffüllungen
- Mineralische Abfälle zur Verwertung: Eigenschaften von mineralischen Abfällen und industriellen Nebenprodukten, Einsatz von mineralischen Abfällen und industriellen Nebenprodukten im Erdbau, technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von mineralischen Abfällen und industriellen Nebenprodukten im Erdbau
- Altlastensanierung: Schadstoffe, Baugrunderkundung, Sicherung von Altlasten, Sanierung von Altlasten
- Landgewinnung
- Küstenschutz

### **Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme am Modul sind die Studenten in der Lage sein

- die Grundlagen der Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden für Randwertprobleme der Umweltgeotechnik anzuwenden,
- die Funktion von Abdichtungssystemen im Deponiebau zu beurteilen,
- die Eignung unterschiedlicher Materialien für Abdichtungssysteme zu beurteilen,
- die gängigen gesetzlichen Rahmenbedingungen im Bereich des Deponiebaus darzulegen,
- Möglichkeiten für die Verwendung von Recycling-Baustoffen im Erd- und Deponiebau zu bewerten,
- Verfahren zur Altlastensanierung zu beschreiben und zu beurteilen,
- Besonderheiten bei der Bebauung von Tagebaukippen und Verfüllungen darzulegen
- Verfahren zur Baugrundverbesserung von Tagebaukippen und Auffüllungen zu beurteilen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung.

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden, der Deponieabdichtungssystemen oder der Eigenschaften verschiedener Geomaterialien, als Powerpoint-Vortrag, unterstützt durch Bilder, ggf. Filmen und Diskussionen vermittelt, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Berechnungsbeispiele aus praxisnahen umweltgeotechnischen Aufgabenstellungen vermitteln die quantitativen Methoden zur Berechnung von Wasserbewegungen z.B. für Randwertprobleme in der Geotechnik sowie zur Konzeption von Maßnahmen zu Deponieabdichtung und zur Altlastensanierung.

Die PowerPoint Folien werden für die Studenten aufbereitet und während der Veranstaltung als Ausdruck verteilt. Alle Unterlagen werden über die elearning Plattform Moodle zur Verfügung gestellt.

**Medienform:**

Notizen während der Vorlesung, Tafelarbeit, PowerPoint-Folien

**Literatur:**

Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik

GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten, DGGT <http://www.gdaonline.de/empfehlung.html>

Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 27.04.2009

FGSV: Merkblatt über Bauweisen für Technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau (MTSE), Ausgabe 2008

LAGA: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Allgemeiner Teil, 2003

LfU-Deponie-Info - Merkblatt 1: Mineralische Deponieabdichtungen, 2009

FGSV: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), 2002

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Emanuel Birle [e.birle@bv.tum.de](mailto:e.birle@bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen (Vorlesung, 4 SWS)

Birle E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU50009: Bodendynamik und geotechnisches Erdbebeningenieurwesen | Soil Dynamics and Geotechnical Earthquake Engineering

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur.

Die Prüfung besteht sowohl aus allgemeinen Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus Berechnungen und Bemessungsaufgaben.

Es wird umfassend nachgewiesen, dass die Studierenden sowohl ein Verständnis für grundlegende Zusammenhänge entwickelt haben als auch Bemessungsaufgaben in begrenzter Zeit lösen können. Antworten müssen stichpunktartig formuliert werden bzw. erfordern ausführliche Berechnungen. Hierzu zählen:

Bodenverhalten unter zyklischer und dynamischer Scherbeanspruchung

Bemessungsaufgaben aus der Geotechnik unter Berücksichtigung von dynamischen und zyklischen Lasten (insbesondere Erdbebenlasten) unter Berücksichtigung des nichtlinearen Bodenverhaltens

Als Hilfsmittel sind einfache wissenschaftliche Taschenrechner, Vorlesungsunterlagen und Literatur zugelassen.

### Wiederholungsmöglichkeit:

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die im Folgenden aufgelisteten (oder gleichwertige) Module sollten erfolgreich abgelegt sein:  
(Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)
- BV430006: Soil Vibrations - Emission, Propagation, Immission, Abatement (empfohlen)

### **Inhalt:**

- Bodenverhalten unter zyklischer, alternierender und dynamischer Belastung
- Dynamisches vs. monotones Bodenverhalten
- Stoffmodelle zur Beschreibung von Böden unter zyklischen und dynamischen Lasten
- Bewertung des dynamischen Bodenverhalten mittels Labor- und Feldversuchen
- Dynamische Steifigkeit von Flach- und Tiefgründungen
- Wellenausbreitung in elastischen und elastoplastischen Medien
- Einwirkungen aus Erdbeben
- Analyse des Antwortverhaltens von Böden bei dynamischer Anregung
- Bodenverdichtung infolge von Einwirkungen durch Erdbeben
- Bodenverflüssigung bei Erdbeben
- Böschungsstabilität bei Erdbeben
- Erdbebenbemessung von Flach- und Tiefgründungen sowie Baugrubenwänden
- Geotechnische Aspekte der Erdbebennormen (DIN 4149, Eurocode 8, Uniform Building Codes)
- Grundlagen der dynamischen Boden-Bauwerk-Interaktion
- Dynamische Penetration von Pfählen

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- geeignete Labor- und Feldversuche auszuwählen, mit denen das zyklische Verhalten von Böden untersucht werden kann

- entsprechende Versuche auszuwerten

- das dynamische Antwortverhalten von Böden mittels linearen und nichtlinearen

Wellenausbreitungsmodellen zu berechnen

- das Verflüssigungspotential von Böden mittels empirischer und numerischer Methoden zu analysieren

- Setzungen infolge von Erdbeben abzuschätzen

- die Böschungsstabilität bei Erdbebenbeanspruchung zu bewerten

- Baugrubenwände, Flach- und Tiefgründungen auf Erdbebenbeanspruchung zu bemessen

- das Eindringverhalten von Rammpfählen vorherzusagen

- die dynamische Ersatzsteifigkeit von Flach- und Tiefgründungen zu bestimmen

- numerische Methoden zur Analyse der Boden-Bauwerk-Interaktion bei dynamischer Beanspruchung anzuwenden

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul ist zunächst eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Die PowerPoint-Folien werden aufbereitet und als Ausdruck den Studenten zur Verfügung gestellt. Der Vorlesungsstoff wird mittels Hörsaalübungen vertieft. Die Übung bedient sich eines Lückenskriptes, in dem die Sachverhalte der Vorlesung durch Berechnungsbeispiele gestützt werden. Des Weiteren werden 5 Übungsblätter ausgegeben. Die Bearbeitung erfolgt freiwillig außerhalb der Präsenzphase. Zur Unterstützung der Bearbeitung werden hierfür studentische Tutorien angeboten.

### **Medienform:**

Vorlesungsnotizen, PowerPoint-Präsentation, Tafel, Filme

### **Literatur:**

Geotechnical Earthquake Engineering, KRAMER S., Prentice Hall, 1996.  
Geotechnical Earthquake Engineering Handbook, DAY R. W., McGraw Hill, 2002.  
Geotechnical Applications for earthquake engineering: Research Advancements, SITHARAM T.G., Information science reference, 2012.  
Liquefaction of soils during earthquakes, Committee on earthquake engineering, National Academy Press, 1985.  
Dynamic of Structures: Theory and applications to earthquake engineering, CHOPRA A.K., Prentice Hall of India, 2003.  
DIN 4149:2005-04: „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“, Beuth Verlag.  
EN 1998-1: 2005 Eurocode 8: Design of structures for earthquake Resistance. European Committee for Standardization Brussels, Belgium, 2005.  
Uniform Building Code (UBC), International Conference of Building Officials, Whittier, California, 1997.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Roberto Cudmani

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

0000000004 Bodendynamik und geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Prof. Dr.-Ing. Roberto Cudmani

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54017: Umweltsanierungsmassnahmen | Environmental Remediation Strategies [RMS]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students participate in a written exam of 60 minutes duration. The exam will focus on the physical and chemical processes underlying the environmental remediation strategies presented during the course and on the development of related computer models. The exam will verify that the student understand the principles to plan and carry on remediation of contaminated soils and water bodies. Furthermore, it will verify that the students understand basic concepts of environmental chemistry and pollutant transport in the environment and that the students are able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The exam will consist of open questions, multiple choice questions and mainly exercises which will require short computations. No auxiliary material is allowed during the exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in hydrology, hydrogeology and environmental chemistry (e.g., the MSc module Hydrogeological case studies)

#### Inhalt:

- General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies

- Particle facilitated transport and land management

### **Lernergebnisse:**

- At the end of the module, students are able: General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies
- Particle facilitated transport and land management
- to understand the basic processes controlling commonly applied environmental remediation strategies
- to apply simple analytical and numerical models to solve remediation issues.
- to predict the effectiveness of different remediation strategies

The main objective of the modeling exercises is to enable students to understand, apply and further develop models to plan, predict and carry on remediation actions. Through a series of computer exercises, the students will be familiar with MATLAB.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual), modeling exercise (individual).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. The theoretical lectures' contents are presented by the lecturer using both the blackboard and digital slides. The students will get familiar with the subject solving independently relevant practical problems. The modeling exercises will train the programming skills of the students.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation

Blackboard

### **Literatur:**

- Kitanidis, P. K. and McCarty, P.L. (2012), Delivery and mixing in the subsurface: Processes and Design Principles for in situ remediation
- Siegrist et al. (2011), In Situ chemical oxidation for groundwater remediation
- Schoor J.L. (1996), Environmental Modeling fate and transport of pollutants in water, air and soil

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna (gabriele.chiogna@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Remediation Strategies (Vorlesung, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU66024D2: Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure | Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisesemestrig  | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Inhalt:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lernergebnisse:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lehr- und Lernmethoden:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Medienform:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Literatur:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

**Modulverantwortliche(r):**

Arno Rein, arno.rein@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeologische Fallbeispiele, Grundwasser-Boden-Pflanzen-Interaktion (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Rein A

Grundwassermodellierung (Fortgeschrittene) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K, Rein A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU67001: Hangbewegungen | Landslides [P-04]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 120.

credit requirement: unsplit written examination without additives

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

As-built surveys and geodetical monitoring, fundamentals of geology

#### Inhalt:

- Definition, terms & classification
- Landslide types and processes
- Landslide causes and triggers
- Case studies Goldau, Ruffi, Grätli, Vajont, Elm
- Investigation and analysis of landslides
- Mapping of phenomena, Hazard & risk maps
- Monitoring techniques, early warning systems
- Case study Sudelfeld, research project alpEWAS
- Remote sensing reconnaissance
- Principles of risk assessment for natural hazards
- Assessing the probability of landslide hazards

- Vulnerability and exposure to landslide hazards
- Cost-benefit optimization of mitigation measures
- Landslide risk communication and management
- Mitigation measures
- Geodetical monitoring
- Concepts, instrumentation, processing
- European case studies (alpine landslides)
- North American case studies (coastal landslides)
- Case studies from developing and emerging countries

### **Lernergebnisse:**

After the course, students are familiar with different types of landslides and are able to classify and describe landslides types and processes on an international approved level. Students will be able to differentiate causes and triggers of a landslide and to analyse different movement and transportation types. They will be able to select the appropriate investigation techniques for monitoring and to apply hazard mapping and zoning techniques. The students will know and understand the principles of risk assessment and management for landslides and other gravitational natural hazards. They will be able to conduct and interpret basic risk analyses and cost-benefit optimization of landslide mitigation measures.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course will consist of 3 lectures. The lectures include videos, slide shows and demonstrations of processes. There will be mandatory exercises and optional field days showing various landslide case studies which have been discussed during the lectures.

### **Medienform:**

Powerpoint presentation, viewgraphs, blackboard, videos, lecture notes, field trip

### **Literatur:**

- TURNER and SCHUSTER: Landslides: Investigation and Mitigation, National Academy Press, 1996
- CENAT: Dealing with natural hazards and risks, module 3 landslides, web-based lectures, Kompetenzzentrum Naturgefahren der Schweiz CENAT, ETH Zürich
- DUNNICLIFF: Geotechnical instrumentation for monitoring field performance, Wiley, 1993

- SCHOFIELD & BREACH: Engineering Surveying, sixth edition, Elsevier, 2007
- BONNARD, FORLATI & SCAVIA: Identification and Mitigation of Large Landslide Risks in Europe - Advances in Risk Assessment, European Commission Fifth Framework Programme, IMIRILAND Project, Balkema Publishers, 2004
- ClimChAlp (CLIMATE CHANGE, IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES IN THE ALPINE SPACE): Slope Monitoring Methods - State of the Art Report, 2008 [http://www.geo.bv.tum.de/images/stories/dokumente/climchalp\\_-\\_work\\_package\\_6\\_report.pdf](http://www.geo.bv.tum.de/images/stories/dokumente/climchalp_-_work_package_6_report.pdf)

**Modulverantwortliche(r):**

Kurosch Thuro (thuro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV120003: Erd- und Dammbau | Earthworks and Embankments [EuD]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur. Als Hilfsmittel sind sämtliche Studienunterlagen, Literatur und einfache wissenschaftliche Taschenrechner zugelassen.

Die Prüfung besteht aus allgemeinen theoretischen Fragen und Berechnungen. Durch die allgemeinen Fragen zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit, Boden und Fels als Erdbaustoff zu beschreiben, seine bautechnischen Eigenschaften zu analysieren und zu klassifizieren sowie diese für die Eignung zu diversen Herstellungsverfahren für Erddämme zu bewerten. Anhand kleinerer Berechnungen zeigen die Studierenden, dass Sie in der Lage sind Bauverfahren zu optimieren sowie bodenmechanische Kenntnisse auf den Erd- und Dammbau zu transferieren.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

#### Inhalt:

- Erdbaustoffe

- Baubetrieb
- Bodenverdichtung
- Bodenverbesserung/-verfestigung
- Einschnitte und Dämme
- Hinterfüllungen
- Sickerschichten
- Qualitätssicherung

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- Boden und Fels als Erdbaustoff zu beschreiben sowie
- Boden und Fels als Erdbaustoff für Ausschreibungen zu klassifizieren
- Boden und Fels für bautechnische Zwecke einzugruppieren
- grundlegende Zusammenhänge mit der Herstellung von Erd- und Dammbauwerken zu beschreiben
- vorgestellte Herstellungsverfahren zu analysieren
- Bauverfahren zu optimieren
- Qualitätsmanagementverfahren zu entwickeln
- bodenmechanische Kenntnisse auf den Erd- und Dammbau zu transferieren

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Die PowerPoint-Folien werden für die Studierenden aufbereitet und sowohl als Umdruck in der Vorlesung als auch über die e-learning Plattform Moodle zur Nachbereitung zur Verfügung gestellt.

### **Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit, Videos

### **Literatur:**

HEYER, Skript "Erd- und Dammbau"

VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

KOLYMBAS, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau; Springer-Verlag (Univ. Innsbruck)

LANG, HUDER, AMANN (2003): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)

SCHMIDT, H.-H. (2001): Grundlagen der Geotechnik Verlag Teubner

### **Modulverantwortliche(r):**

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, dirk.heyer@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung 2 SWS

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, dirk.heyer@tum.de

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV120008: Bodenmechanisches Praktikum | Soil Mechanics Lab [BMP]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Die Prüfung besteht aus allgemeinen theoretischen Fragen, durch die die Studierenden ihre Fähigkeit demonstrieren, bodenmechanische Kenngrößen zu nennen, die theoretischen Hintergründe zu bodenmechanischen Versuchen zu erklären sowie Aufbau, Durchführung und Auswertung der Versuche zu beschreiben. Der Schwerpunkt der Antworten liegt auf eigenen stichwortartigen Formulierungen. Teilweise sind auch kleinere Berechnungen gefordert.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

#### Inhalt:

- Feldversuche
- Dichtebestimmung im Labor

- Proctorversuch
- Durchlässigkeitsversuch
- Kompressionsversuch
- Rahmenscherversuch
- Triaxialversuche

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- bodenmechanische Kenngrößen zu kennen
- theoretische Hintergründe zu bodenmechanischen Versuchen zu verstehen
- Versuche theoretisch zu beschreiben und durchzuführen
- die durchgeführten Versuche auszuwerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Versuche zur Veranstaltung finden in den Laboreinrichtungen des Zentrum Geotechnik in 81245 München-Pasing statt und sind praxisorientiert. Im Zuge einer kurzen theoretischen Einführung unterstützt durch eine PowerPoint-Präsentation profitieren die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten. Zur Veranschaulichung führen die Studenten anschließend alle Versuche in kleinen Gruppen selbstständig im Labor durch. Dabei werden die Versuchsergebnisse in versuchsspezifische Formblätter festgehalten und allen Studierenden zur freiwilligen Auswertung ausgehändigt.

### **Medienform:**

Labortechnik, Skript, Powerpoint-Präsentation

### **Literatur:**

VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

KOLYMBAS, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau; Springer-Verlag (Univ. Innsbruck)

LANG, HUDER, AMANN (2003): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)

SCHMIDT, H.-H. (2001): Grundlagen der Geotechnik Verlag Teubner

### **Modulverantwortliche(r):**

Sven Manthey M.Sc., s.manthey@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Bodenmechanische Laborübung (Übung, 2 SWS)

Uday A, Witty A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV150050: Umweltgeologie / Geochemie | Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>75 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

schriftliche Prüfung

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basics of geology; organic and inorganic chemistry

#### **Inhalt:**

- Formation of elements and chemical composition of the crust and igneous rocks
- Aqueous solubility, weathering and geochemistry of natural waters
- geochemical effects of natural colloids
- acid mine/rock drainage, microbial processes, and remediation
- use of stable and radiogenic isotopes in environmental research
- environmental radioactivity
- origin, transport and biological uptake of toxic organic compounds
- particulates, mineral dusts, air pollutants, greenhouse gases, paleoclimate and carbon storage

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able

- to remember inorganic and organic natural and anthropogenic pollutants

- to understand the basic principles and processes related to distribution, transport and attenuation of hazardous elements in natural environments
- to design and assess isotope studies in environmental problems
- to evaluate the environmental risk of ores and mining wastes and plan remediation concepts

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is principally a lecture with power point presentations and black board writing. Important working materials such as figures and tables are accessible on-line. For a better learning outcome instructive demonstration materials (rock samples) are shown and given to the students. Some exercises are presented for homework.

**Medienform:**

powerpoint presentation; geological hands-on samples for illustration; handouts with important figures and tables

**Literatur:**

EBY GN (2003) Principles of Environmental Geochemistry, Brooks Cole.

SHERWOOD LOLLAR B (2005) Environmental Geochemistry (Treatise on Geochemistry, Vol.9), Elsevier.

LANGMUIR D (1997) Aqueous Environmental Geochemistry, Prentice Hall.

**Modulverantwortliche(r):**

Kurosch Thuro (Thuro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Geology / Geochemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Gilg H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV500003: Mechanik ungesättigter Böden | Unsaturated soil mechanics [UNSATSOIL]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfung besteht aus allgemeinen Fragen und freien Formulierungen. Als Hilfsmittel sind sämtliche Studienunterlagen, Literatur und einfache wissenschaftliche Taschenrechner zugelassen. Es wird nachgewiesen, dass die Studierenden ein Verständnis für die im Rahmen des Moduls vermittelten grundlegenden Zusammenhänge der Mechanik ungesättigter Böden entwickelt haben. Der Schwerpunkt der Antworten liegt auf eigenen stichwortartigen Formulierungen. Teilweise sind auch kleinere Berechnungen gefordert.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

#### **Inhalt:**

- Einführung in die Grundlagen der Mechanik ungesättigter Böden
- Arten der Saugspannung, totale Saugspannungen und Matrixspannungen

- Ermittlung der Saugspannungs-Wassergehalts-Beziehung von Böden
- Ermittlung der hydraulischen Leitfähigkeit im ungesättigten Zustand
- Modelle zur Beschreibung der Saugspannungs-Wassergehalts-Beziehung
- Modelle zur Beschreibung der hydraulischen Leitfähigkeit
- Beschreibung der Wasserbewegung im ungesättigten Boden
- Effektive Spannungen in ungesättigten Böden
- Volumenänderungsverhalten von ungesättigten Böden
- Scherfestigkeit ungesättigter Böden
- Bedeutung der Mechanik ungesättigter Böden für die Bemessung in der Geotechnik

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- das bodenmechanische Verhalten von Böden im ungesättigten Zustand zu beurteilen,
- experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung der bodenmechanischen Eigenschaften von ungesättigten Böden zu entwickeln,
- die Grundlagen zur Wasserbewegung in ungesättigten Böden anzuwenden,
- Modelle zur Beschreibung der Spannungsausbreitung in ungesättigten Böden und zur Scherfestigkeit von ungesättigten Böden zu benutzen,
- geotechnische Fragestellungen in ungesättigten Böden zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Filme / Bilder zu Versuchen und Verfahren werden integriert. Es besteht die Möglichkeit den Vorlesungsstoff mit der freiwilligen Bearbeitung von Übungsaufgaben zu vertiefen.

### **Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit, Videos

### **Literatur:**

Studienunterlagen

Lu, N. and Likos, W. J.: Unsaturated soil mechanics, Wiley Verlag, 2004

Fredlund, D. G. and Rahardjo, H.: Soil mechanics for unsaturated soils, Wiley Verlag, 1993

Mitchell, J. K. and Soga, K.: Fundamentals of soil behaviour, Wiley Verlag, 2005

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Emanuel Birle, [emanuel.birle@tum.de](mailto:emanuel.birle@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung 2 SWS

Dr.-Ing. Emanuel Birle, [emanuel.birle@tum.de](mailto:emanuel.birle@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV500005: Bauen mit Geokunststoffen für Umweltingenieure | Building with Geosynthetics for Environmental Engineers [BmGk UI]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur.

Die Prüfung besteht aus allgemeinen Fragen und freien Formulierungen. Als Hilfsmittel sind sämtliche Studienunterlagen, Literatur und einfache wissenschaftliche Taschenrechner zugelassen. Es wird nachgewiesen, dass die Studierenden ein Verständnis für die im Rahmen des Moduls vermittelten grundlegenden Zusammenhänge des Bauens mit Geokunststoffen entwickelt haben. Hierzu zählen:

- technische Eigenschaften von Geokunststoffen
- Prüfverfahren
- Bemessung von Geokunststoffen als Bestandteil von geotechnischen Konstruktionen

Der Schwerpunkt der Antworten liegt auf eigenen stichwortartigen Formulierungen. Teilweise sind auch kleinere Berechnungen gefordert.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

**Inhalt:**

- Funktionen von Geokunststoffen
- Produkte
- Untersuchungs- und Prüfmethoden
- Einbau, Verarbeitung, Beanspruchungen
- Anwendungsbeispiele

**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- unterschiedliche Arten von Geokunststoffen zu nennen
- unterschiedliche Arten von Geokunststoffen auf deren Eignung in Abhängigkeit des Einsatzgebietes zu analysieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Die PowerPoint-Folien werden für die Studierenden aufbereitet und sowohl als Umdruck in der Vorlesung als auch über die e-learning Plattform Moodle zur Nachbereitung zur Verfügung gestellt.

**Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit, Videos

**Literatur:**

- Vorlesungsunterlagen
- Vorlesungsunterlagen zu Environmental Geotechnics bzw. Umweltgeotechnik
- VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"
- Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus, Ausgabe 2005, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln, FGSV Heft Nr. 535
- Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus TL Geok E-StB 05
- Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen - EBGEO, hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Berlin, Ernst & Sohn Verlag, 1997
- Schweizerischer Verband für Geokunststoffe, 2003, Handbuch Bauen mit Geokunststoffen
- Geokunststoffe im Erd- und Straßenbau, 2. Auflage, Herausgeber: Müller-Rochholz, J., Oktober 2008

**Modulverantwortliche(r):**

Dipl.-Ing. Gerhard Bräu, [gerhard.braeu@tum.de](mailto:gerhard.braeu@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung, 2 SWS

Dipl.-Ing. Gerhard Bräu, [gerhard.braeu@tum.de](mailto:gerhard.braeu@tum.de)



Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1647: Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen | Remediation of Contaminated Sites - Lecture and Exercises

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Klausur (120 min). Anhand der Klausur zeigen die Studierenden, dass sie gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, verstehen, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf die Art der Schadstoffe und den Emissionspfad bewerten können, die verschiedenen Untersuchungsmethoden verstehen sowie eine geeignete Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm bewerten können.

Das Modul "Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen" ist das Alternativmodul zu "Altlastensanierung - Vorlesung und Seminar". Je nach verfügbaren Plätzen behält sich der Modulverantwortliche vor, die Studierenden dem einen oder anderen dieser beiden Module zuzuordnen. Es kann nur eines von beiden Modulen absolviert werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Bodenkunde 1 und 2 müssen erfolgreich absolviert sein (Ausschlusskriterium).

#### Inhalt:

Vorlesung: Bundesbodenschutzgesetz, Vorgehensweise bei der Erkundung von Altlasten; branchentypische Kontaminationen (Altablagerungen - Altstandorte, Rüstungs- und Militäraltlasten); Bewertung von Kontaminanten (Hauptkontaminanten - Prioritätskontaminanten, Stofftransport, Exposition); Gefährdungspotential, ökotoxikologische

Tests; Untersuchung von Altlasten (Untersuchungsmethoden, Probenahmestrategie, analytisches Untersuchungsprogramm); Sanierungsziele; Sicherungsmaßnahmen; Dekontaminationsverfahren; Rekultivierung und Renaturierung (Böden auf Altstandorten, Bergbaufolgelandschaften).

Übungen: Besuch von Altlastenbetrieben im Raum München: Biologische ex-situ Sanierung organisch belasteter Böden; Beprobung kontaminierten Bodenmaterials in Haufwerken; Immissionsschutzvorgaben für altlastenbearbeitende Betriebe; Sortierung und (Zwischen-) Lagerung kontaminierter Böden vor der Entsorgung in geeigneten Deponien; LAGA Deponieklassen zur Klassifikation kontaminierter Böden; Verwertungsmöglichkeiten für kontaminiertes Material; innovative in-situ Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen; Verhältnis von Investitions- und Betriebskosten bei langfristigen Sanierungsmassnahmen; Sicherungsmaßnahmen in Bergbaufolgelandschaften; spezifische Probleme in Braunkohlentagebaufolgelandschaften; Evaluation von Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen; gesetzliche Hintergründe: Bundesbodenschutz-, Kreislaufwirtschafts- und Wasserschutzrecht.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, zu verstehen, die richtige Vorgehensweise bei der Untersuchung von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen sowie bei der Sanierung von Altlasten anzuwenden, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf die Art der Schadstoffe und den Emissionspfad zu bewerten, die verschiedenen Untersuchungsmethoden zu verstehen sowie eine geeignete Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm zu bewerten, unterschiedliche Sanierungstechniken und Rekultivierungsmaßnahmen zu bewerten und in Abhängigkeit von der jeweiligen Altlast die geeignete anzuwenden. Zudem sind die Studierenden in der Lage, verschiedene altlastenbearbeitende Betriebe und Altlastenstandorte zu bewerten sowie die angewandten Sanierungsverfahren kritisch, im Hinblick auf Sanierungserfolge und Umweltauswirkungen, zu analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. In der Vorlesung werden den Studierenden die gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, die richtige Vorgehensweise bei der Untersuchung von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen sowie bei der Sanierung von Altlasten, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf die Art der Schadstoffe und den Emissionspfad, die verschiedenen Untersuchungsmethoden sowie eine geeignete Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm, unterschiedliche Sanierungstechniken und Rekultivierungsmaßnahmen vermittelt.

In den Übungen wird mit den Studierenden während des Besuchs ausgewählter belasteter Standorte und Sanierungseinrichtungen verschiedene altlastenbearbeitende Betriebe und Altlastenstandorte bewertet sowie die angewandten Sanierungsverfahren kritisch, im Hinblick auf Sanierungserfolge und Umweltauswirkungen, analysiert.

**Medienform:**

Präsentationen

**Literatur:**

Präsentationen; vertiefende Bücherliste auf Anfrage

**Modulverantwortliche(r):**

Kögel-Knabner, Ingrid; Prof. Dr. rer. nat. Dr. rer. nat. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1648: Altlastensanierung - Vorlesung und Seminar | Remediation of Contaminated Sites - Lecture and Seminar

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>100 | <b>Präsenzstunden:</b><br>50         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 90.

Die in der Vorlesung erworbenen Kompetenzen werden in einer schriftlichen Prüfung abgefragt (Prüfungsdauer 90 Minuten) und mit maximal 30 Punkten bewertet; zum Seminarthema werden ein Vortrag (30 Minuten; maximal 10 Punkte) und eine Hausarbeit (8 Seiten; maximal 10 Punkte) geleistet. Die aufsummierten Punkte werden nach einem linearen System (35 % = 5,0; 100 % = 1,0) in die finale Modulnote umgerechnet. Das Modul "Altlastensanierung - Vorlesung und Seminar" ist das Alternativmodul zu "Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen". Je nach verfügbaren Plätzen behält sich der Modulverantwortliche vor, die Studierenden dem einen oder anderen dieser beiden Module zuzuordnen. Es kann nur eines von beiden Modulen absolviert werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Bodenkunde 1 und 2 müssen erfolgreich absolviert sein (Ausschlusskriterium).

#### Inhalt:

Vorlesung: Bundesbodenschutzgesetz, Vorgehensweise bei der Erkundung von Altlasten; branchentypische Kontaminationen (Altablagerungen - Altstandorte, Rüstungs- und Militäraltlasten); Bewertung von Kontaminanten (Hauptkontaminanten - Prioritätskontaminanten, Stofftransport, Exposition); Gefährdungspotential, ökotoxikologische Tests; Untersuchung von Altlasten (Untersuchungsmethoden, Probenahmestrategie, analytisches

Untersuchungsprogramm); Sanierungsziele; Sicherungsmaßnahmen; Dekontaminationsverfahren; Rekultivierung und Renaturierung (Böden auf Altstandorten, Bergbaufolgelandschaften);

Seminar: Erkundung und Sanierung kontaminierter Standorte anhand ausgewählter Fallstudien.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Vorlesung ist der Studierende in der Lage, gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, zu verstehen, die richtige Vorgehensweise bei der Untersuchung von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen sowie bei der Sanierung von Altlasten anzuwenden, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf Art der Schadstoffe und Emissionspfad zu bewerten, die verschiedenen Untersuchungsmethoden zu verstehen sowie Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm zu bewerten, unterschiedliche Sanierungstechniken und Rekultivierungsmaßnahmen zu bewerten und in Abhängigkeit von der jeweiligen Altlast die geeignete anzuwenden. Nach der Teilnahme am Seminar ist der Studierende in der Lage, Studien von kontaminierten Standorten zu analysieren, Sanierungskonzepte aufzustellen und angewandte Sanierungsmaßnahmen zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung: Frontalunterricht; Seminar: selbstständige Arbeit, Diskussion

**Medienform:**

Präsentationen

**Literatur:**

Vorlesung: Präsentationen, vertiefende Bücherliste auf Anfrage; Seminar: spezielle Literaturlisten zu den einzelnen Themen

**Modulverantwortliche(r):**

Ingrid Kögel-Knabner (koegel@wzw.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 8: Environmental Hazards and Risk | Field of Study 8: Environmental Hazards and Risk

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU46026: Alpine Naturgefahren | Alpine Hazards [Ri+Kr]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is a written, closed book test of 120 minutes duration. It consists of theoretical questions, practical tasks and calculations. Only a simple scientific calculator and a dictionary are allowed aids.

In the exam, the students demonstrate by answering theoretical questions that they can explain the main processes in alpine watersheds and analyse them concerning the flows of water, debris, the influence on land mass movements and the resulting hazard potential. Furthermore, they show that they understand the working mechanisms of measures for hazard mitigation in mountainous regions. On the basis of practical examples, they show that they can analyse realistic situations and apply mitigation measures in targeted strategies for alpine hazards. Through calculation tasks they prove that they can assess the quantitative aspects of the hazard side and the measure side.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in Geology and Water Management.

#### Inhalt:

Part 1: "Water Management in Mountain Regions"

The students get an introduction on the objectives and means of protective watershed management in alpine regions. The processes in natural landscapes, the relevant influencing factors on runoff and debris flow, the alpine water balance and relevant information sources for planning are outlined. On basis of this fundamental aspects the development of protection concepts, including strategies, requirements and boundary conditions are explained.

Finally the preventive measures with focus on constructional aspects like hydraulic and biological engineering, the management of alpine protective forest and measures for avalanches control as well as aspects of regional planning are presented and discussed.

## Part 2: "Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards"

The lecture will introduce process understanding of gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards in dynamically changing mountain environments. This includes physical and mechanical aspects of process understanding and stochastic descriptions of magnitude and frequency patterns. On basis of this profound understanding, we will introduce benchmark approaches of how to model and anticipate selected gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards.

These approaches will be evaluated with respect to the presently observed and anticipated Environmental Change in Alpine regions. This will be integrated into the development of sustainable adaptation and mitigation strategies in dynamic Alpine Environments. Best practice examples from different mountain environments will be assessed in a final step.

### **Lernergebnisse:**

After a successful participation in the module the students are able to:

- understand the fundamental natural processes in alpine watersheds,
- understand the main issues in water and debris flow management
- understand the full range of gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards in dynamically changing mountain environments
- analyse the relevant strategies and tools for protection works against alpine hazards
- apply scientific and practical strategies for process understanding, anticipation and mitigation of Alpine Hazards

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of a lecture series. The theoretical framework of processes and dynamics of alpine hazards will be presented in the lecture. Practical Examples illustrate strategies and measures for the anticipation and mitigation of hazards. Furthermore, students are encouraged to study scientific literature in order to enrich the discussion of the issues. In class exercises, selected examples are calculated and distinct quantitative tasks are shown.

### **Medienform:**

Blackboard work and PowerPoint presentation.



**Literatur:**

Script and PowerPoint slides provided from lecturers.

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren  
(Vorlesung, 2 SWS)

Krautblatter M, Leinauer J, Rimböck A

Water Management in Mountain Regions (Vorlesung, 2 SWS)

Rimböck A ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV600001: Risikoanalyse | Risk Analysis [RA1]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module exam is an oral examination of 40 minutes duration.

In the oral examination the student should be able to reflect and reproduce the contents of the course. The student will be given one problem that is oriented at the lectures as well as the homework and exercises throughout the semester. The student should study the problem and outline a solution during 15 minutes. Subsequently he/she will present his/her solution and answer follow-up questions. The students have to be able to describe and reflect important theories. Solutions will be discussed and examined during iterative rounds of questions. The oral examination enables the examiners to be responsive to the individual student and to evaluate the student's competences realistically.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The module will assume a basic knowledge of probability concepts such as random variables and their description (e.g., through completion of the BSc course "Zuverlässigkeit und Lastannahmen") [Modulnummer BV600003]. Basic Matlab knowledge is an advantage but not required (an introduction will be given).

#### Inhalt:

1. Introduction, Data analysis using Matlab
2. Probability theory
3. Random variables

4. Parameter estimation
5. Probabilistic modeling of systems
6. Discrete probability models in engineering
7. Continuous probability models in engineering
8. Multivariate probability models
9. Functions of random variables
10. Monte Carlo simulation
11. Extreme value distributions
12. Random processes
13. Outlook

### **Lernergebnisse:**

Students are able to understand concepts of uncertainty and information. Students gain a profound toolbox for analyzing engineering problems subject to uncertainty and randomness. At the end of the module, students are able to:

- Know when to apply probabilistic methods and risk analysis
- Use the appropriate probabilistic model for individual and groups of variables
- interpret data analysis (statistics) using Matlab
- Apply Bayes rule for information updating
- Analyze the reliability of systems with statistically dependent elements
- use functions of random variables
- create stochastic process models
- Interpret the quality of a probabilistic analysis

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consist of weekly lectures with integrated exercises from the fields of civil, environmental, structural, and mechanical and transportation engineering.

Lectures will be given on the blackboard, including selected illustrations. Case studies should help the understanding of the problems. The lecture notes in PDF form will be distributed at the beginning of the semester.

Simple examples for hand-calculation will be provided within the lectures and more realistic examples will be carried out using Matlab in the computer facilities of the department.

Short tests (15min) will be carried out during the semester, which serve to self-assess the learning success of students.

### **Medienform:**

- Lectures with blackboard supported by PowerPoint
- Exercises, partly using Matlab (which is available to all TUM students)
- Lecture notes including theory and examples
- Short tests
- 2 homework examples

### **Literatur:**

Lecture notes will be distributed. The following books provide useful supplemental material:

- Kottegoda, N. T., and R. Rosso (2008), Applied statistics for civil and environmental engineers, Blackwell, Oxford.
- Ang, A. H.-S., and Tang, W. H. (2006). Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering, Wiley, New York.
- Benjamin, J. R., and C.A., C. (1970). Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers, McGraw-Hill, New York.
- Bedford, T., and Cooke, R. (2001). Probabilistic risk analysis: foundations and methods, Cambridge University Press.

**Modulverantwortliche(r):**

Herr Prof. Dr. sc. Tech. Daniel Straub [straub@tum.de](mailto:straub@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Risikoanalyse (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Straub D [L], Straub D, Chan J, Teichgräber P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU54009: Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement | Flood Risk and Flood Management [HWRM]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120minütigen Klausur. Erlaubtes Hilfsmittel ist nur ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner. Zur Berechnung notwendige Formeln werden mit der Prüfungsangabe ausgeteilt.

In der Klausur sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die Konzepte der hydrologischen Hochwassermodellierung und des Hochwasserrisikomanagements, unter Berücksichtigung der rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, erklären können. Anhand praxisbezogener Fragestellungen zu typischen Hochwasserereignissen wird nachgewiesen, dass die Studierenden die im Modul behandelten quantitativen Methoden zur Schadens und Risikobewertung sowie die risikobasierte Maßnahmenbewertung und Sensitivitätsanalyse rechnerisch korrekt anwenden sowie Hochwasserschutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität fallspezifisch bewerten können.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Hydrologie (z.B. BGU54006),  
Umweltmonitoring und Risikomanagement (z.B. BGU54007 oder BGU54025),  
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Risikoanalyse,  
Grundkenntnisse in Matlab

### **Inhalt:**

Das Modul wird gemeinsam vom Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement sowie der Engineering Risk Analysis (ERA) Group gehalten. Die Bedeutung, der gesellschaftliche sowie politische Handlungsrahmen des Hochwasserrisikomanagements werden von der hydrologischen Seite her beleuchtet. Des Weiteren werden Methoden und Modelle für die hydrologische und hydraulische Modellierung von Hochwasserereignissen vom Lehrstuhl für Hydrologie präsentiert. Der Veranstaltungsteil von ERA beinhalten quantitative Methoden zur Analyse von Hochwasserschäden und –risiko und Methoden zur risikobasierten Bewertung bzw. Optimierung von Hochwasserschutzmaßnahmen. Die begleitenden Übungen vermitteln die für das Arbeiten notwendigen Kenntnisse in MATLAB und wenden diese auf Beispiele aus den Vorlesungen an (Lernergebnisse 6 und 7).

Vorlesungsteil Hydrologie und Flussgebietsmanagement:

- Sicherheit und Risiko
- Kreislauf des Risikomanagements
- Qualitative und quantitative Methoden zur Abschätzung des Hochwasserrisikos
- Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen: Verfahren zur Ermittlung von Bemessungswerten
- Hochwasserstatistik auf Basis von Messdaten
- Inhalt und Bedeutung der EU Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
- Versagen von Hochwasserschutzmaßnahmen
- Gefahrenszenarien für das Hochwasserrisikomanagement
- Risiko und Risikoakzeptanz: Dialog, Kommunikation und rechtliche Aspekte

Übungsteil: Hydrologie und Flussgebietsmanagement:

- Programmierung (MATLAB) und Anwendung eines gebräuchlichen einfachen Niederschlags-Abfluss Modells für die Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten.

Vorlesungs und Übungsteil: Quantitative Risikobewertung

- Bewertung/Optimierung der Schutzmaßnahmen (z.B. Kosten-Nutzen Analyse), Entscheidungsbildung, Risikoakzeptanz
- Bewertung von Hochwasserschäden
- Quantifizierung des Hochwasserrisikos
- Quantifizierung von Unsicherheit, Sensitivitätsanalyse
- Aspekte der langfristigen Planung: Nicht-Stationarität, Anpassungsfähigkeit

Die theoretische Konzepte der „Quantitative Risikobewertung“ werden in den Vorlesungen erklärt und in den Übungen an einfachen Beispielen mit Benutzung von MATLAB umgesetzt.

### **Lernergebnisse:**

Nach Bestehen des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die grundlegenden Konzepte des Hochwasserrisikomanagements sowie die rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu verstehen,
- die Methoden zur hydrologischen Modellierung von Hochwasser auszuführen sowie
- die quantitativen Methoden zur Gefahren und Schadensbewertung, bzw. zum Hochwasserrisiko anzuwenden

- die Effektivität von Hochwasserschutzmaßnahmen zu bewerten und auszuwählen.
- eine Sensitivitätsanalyse anzuwenden
- die Programmiersprache MATLAB im fachspezifischen Umfeld des Hochwasserrisikomanagements zu handhaben.
- das hydrologische Wasserbilanzmodell LARSIM zur Lösung von Fragestellungen der Hochwasservorhersage anzuwenden.
- die theoretischen und mathematischen Konzepte programmiertechnisch zu strukturieren und umzusetzen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesung mit integrierter Übung.

Die theoretischen Grundlagen werden im Rahmen der Vorlesungen durch Präsentationen und vermittelt. Hierbei werden die Studierenden zum Studium der empfohlenen Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. In den integrierten Übungen werden konkrete Übungsaufgaben von den Studierenden eigenständig gelöst und die technischen Fertigkeiten im Umgang mit MATLAB und LARSIM geschärft. Dies geschieht in Einzel oder Gruppenarbeit. Freiwillige Hausaufgaben, die in Gruppen zu bearbeiten sind, unterstützen die Anwendungskompetenzen anhand von realistischen Fallbeispielen aus dem Hochwasserrisikomanagement.

### **Medienform:**

Power-Point-Präsentation,  
Blackboard,  
Computer Lab

### **Literatur:**

Flood Manager E-Learning (TU Hamburg-Harburg): <http://daad.wb.tu-harburg.de/homepage/>  
Merz, B., J. Hall, M. Disse, and A. Schumann. "Fluvial Flood Risk Management in a Changing World." *Natural Hazards and Earth System Science* 10, no. 3 (March 16, 2010): 509–527.  
doi:10.5194/nhess-10-509-2010.

Rogger, M., Kohl, B., Pirkel, H., Viglione, A., Komma, J., Kimbauer, R., Merz, R., Blöschl, G., 2012. Runoff models and flood frequency statistics for design flood estimation in Austria – Do they tell a consistent story? *J. Hydrol.* 456–457, 30–43. ^

Bründl, M., Romang, H.E., Bischof, N., Rheinberger, C.M., 2009. The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 9, 801–813.

Pianosi, F., Wagener, T., Rougier, J., Freer, J., Hall, J., 2014. Sensitivity Analysis of Environmental Models: A Systematic Review with Practical Workflow, in: *Vulnerability, Uncertainty, and Risk*. American Society of Civil Engineers, pp. 290–299.

Weitere Literatur wird während des Moduls bekanntgegeben

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU54016: Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner Einzugsgebiete | Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments [MPAC]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam consists of a project work to be presented both in written and oral form. The written report (30-40 pages long) is a group work on the theoretical background and the application of the two presented models including preprocessing, model generation and results. The results have to be presented to the class in an oral presentation (20 minutes presentation followed by a discussion). The written report and the oral presentation are equally weighted.

Auxiliary means are not allowed.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Hydrologie und Hydromechanik

#### **Inhalt:**

- 1) Dominierende hydrologische Prozesse in voralpinen Einzugsgebieten: Niederschlagstypen, Schneeprozesse, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Flood Routing
- 2) Daten in voralpinen Einzugsgebieten: Verfügbarkeit, Qualität, Erhebung und Analyse
- 3) Unterschiedliche Modelltypen und ihre Anwendbarkeit für voralpine Einzugsgebiete
- 4) Erstellung, Parametrisierung und Kalibrierung des physikalisch basierten hydrologischen Modells WaSiM
- 5) Sensitivitätsanalysen: Meteorologische Eingangsdaten, Schneeprozesse, Abflusskonzentration

- 6) Physikalisch basierte Modellierung des Flood Routing-Prozesses mit dem 2D-hydrodynamisch-numerischen Modell HYDRO\_AS-2D
- 7) Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Landnutzung und unterschiedlicher klimatischer Bedingungen auf den Wasserhaushalt
- 8) Nachweis der Wirksamkeit unterschiedlicher Hochwasserschutzmaßnahmen mittels gekoppeltem Modellansatz

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die dominierenden Prozesse voralpiner Einzugsgebiete wie Schneeprozesse, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Flood Routing zu verstehen,
- geeignete Methoden zur Modellierung der Prozesse in voralpinen Einzugsgebieten zu verstehen,
- ein physikalisch basiertes hydrologisches Modell sowie ein 2D-hydrodynamisch-numerisches Modell anzuwenden und die Modellausgaben zu analysieren,
- die Einflüsse der besonderen Randbedingungen in voralpinen Regionen auf den Niederschlags-Abfluss-Prozess zu bewerten,
- die Wirksamkeit von Hochwasserschutzmaßnahmen unter Verwendung geeigneter Ereignis- und Landnutzungsszenarien sowie geeigneter Teilmodule und Modellbausteine zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen, Blockseminar und Übungen

### **Medienform:**

- PowerPoint-Präsentationen
- Technische Manuals

### **Literatur:**

DeWalle, D.R. & Rango, A. (2008): Principles of snow hydrology. Cambridge University Press, Cambridge and UK and New York.

Hydrotec Ingenieurgesellschaft mbH & M. Nujic (2014): Benutzerhandbuch HYDRO\_AS-2D - 2D-Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis. Aachen, November 2014

Schmocker-Fackel, P., Naef, F. & Scherrer, S. (2007). Identifying runoff processes on the plot and catchment scale, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 891 - 906. [www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/891/2007/](http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/891/2007/).

Schulla, J. (2014): Model Description WaSiM: Water balance Simulation Model. Zürich.

Warscher, M., Strasser, U., Kraller, G., Marke, T., Franz, H. & Kunstmann, H. (2013): Performance of complex snow cover descriptions in a distributed hydrological model system: A case study for the high Alpine terrain of the Berchtesgaden Alps. In: Water resources research 49 (5), pp. 2619-2637.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Process based modelling of mesoscale pre-alpine catchments (Vorlesung, 4 SWS)

Disse M [L], Chiogna G, Disse M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54017: Umweltsanierungsmassnahmen | Environmental Remediation Strategies [RMS]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students participate in a written exam of 60 minutes duration. The exam will focus on the physical and chemical processes underlying the environmental remediation strategies presented during the course and on the development of related computer models. The exam will verify that the student understand the principles to plan and carry on remediation of contaminated soils and water bodies. Furthermore, it will verify that the students understand basic concepts of environmental chemistry and pollutant transport in the environment and that the students are able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The exam will consist of open questions, multiple choice questions and mainly exercises which will require short computations. No auxiliary material is allowed during the exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in hydrology, hydrogeology and environmental chemistry (e.g., the MSc module Hydrogeological case studies)

#### Inhalt:

- General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies

- Particle facilitated transport and land management

### **Lernergebnisse:**

- At the end of the module, students are able: General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies
- Particle facilitated transport and land management
- to understand the basic processes controlling commonly applied environmental remediation strategies
- to apply simple analytical and numerical models to solve remediation issues.
- to predict the effectiveness of different remediation strategies

The main objective of the modeling exercises is to enable students to understand, apply and further develop models to plan, predict and carry on remediation actions. Through a series of computer exercises, the students will be familiar with MATLAB.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual), modeling exercise (individual).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. The theoretical lectures' contents are presented by the lecturer using both the blackboard and digital slides. The students will get familiar with the subject solving independently relevant practical problems. The modeling exercises will train the programming skills of the students.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation

Blackboard

### **Literatur:**

- Kitanidis, P. K. and McCarty, P.L. (2012), Delivery and mixing in the subsurface: Processes and Design Principles for in situ remediation
- Siegrist et al. (2011), In Situ chemical oxidation for groundwater remediation
- Schoor J.L. (1996), Environmental Modeling fate and transport of pollutants in water, air and soil

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna (gabriele.chiogna@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Remediation Strategies (Vorlesung, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54026: Modellierung städtischer Überschwemmungen | Urban Flood Modelling [UFM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students submit a report (10-15 pages) with corresponding presentation (circa 15 min). The report is a written record and summary of the three main exercises followed during the Module, covering the setup, application and analysis of the results from three different urban flood models (sewer network model, overland flow model and dual drainage flow model). The report will verify that the students understood the basic concepts of flood modelling in urban areas and that they were able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The students will work in groups of maximum of three. The presentation is also done in groups. The presentation will verify if the students are able to present their results in a coherent manner, discuss and answer questions related to urban flood modelling.

Prüfungsart

Report (10-15 pages)

Prüfungsdauer (in Minuten)

15 min presentation +10 min discussion

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Fundamentals of Hydrology (e.g. Hydrologie Grundmodul)
- Basic Knowledge of Sewer Drainage Systems (e.g. Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul - Kanalisation)
- Basic Knowledge of Arc-Map

**Inhalt:**

Introduction: Overview of the most important urban hydrological and hydraulic processes and concepts.

Challenges in urban flood modelling, in relation to flood management and flood risk assessment.

T1. Sewer drainage model I - SWMM model setup of Maxvorstadt (computational work).

T2. Sewer drainage model II - analysis of results (computational work).

Introduction to overland flood models in urban areas.

T3. Overland flow model I – P-DWave model setup of Maxvorstadt (computational work).

T4. Overland flow model II – analysis of results (computational work).

Introduction to dual drainage models.

T5. Dual drainage flow model I - P-DWave/SWMM setup of Maxvorstadt (computational work).

T6. Dual drainage flow model II - analysis of results (computational work).

Urban flood management: Sustainable Urban Drainage System (in Munich).

Discussion/Feedback on the report.

Presentation and discussion of the report.

Wrap-up.

---

**Lernergebnisse:**

The students at the end of the module will be able to understand and analyse:

- the fundamental concepts of urban flood modelling,
- the need and usefulness of different model types
- the different types of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)

Finally, the students are able to discuss the range of applicability as well as advantages and disadvantages of different UFM for different contexts, namely, flood risk and flood management, and for different densifications of urban areas

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture with integrated computational exercises. 3 computer exercises (each split in two parts).

The exercises can be done in group. Students submit a report (10–15 pages) summarizing their results. Students will receive feedback during the lectures on their reports. Students will prepare and present their reports during the lecture period

**Medienform:**

Powerpoint, black-board, PDFs, teamwork followed by discussion

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Jorge Leandro, [jorge.leandro@tum.de](mailto:jorge.leandro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Urban Flood Modelling (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)



Teixeira Leandro J [L], Teixeira Leandro J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU60013: Risikobewertung | Risk Assessment [RA2]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module exam is an oral examination of 30 minutes duration.

In the oral examination the student should be able to reflect and reproduce the contents of the course. The student will be given one problem that is oriented at the lectures as well as the homework and exercises throughout the semester. The student should study the problem and outline a solution during 15 minutes. Subsequently he/she will present his/her solution and answer follow-up questions. The students have to be able to describe and reflect important theories. Solutions will be discussed and examined during iterative rounds of questions. The oral examination enables the examiners to be responsive to the individual student and to evaluate the student's competences realistically.

The student can submit an assignment during the semester. Successful completion gives a bonus of 0.3 for the final grade.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The module will assume a basic knowledge of probability concepts such as random variables and their description (e.g., through completion of the BSc course "Zuverlässigkeit und Lastannahmen") [Modulnummer BV600003]. Basic Matlab knowledge is an advantage but not required (an introduction will be given).

**Inhalt:**

1. Introduction, Data analysis using Matlab
2. Probability theory
3. Random variables
4. Parameter estimation
5. Probabilistic modeling of systems
6. Discrete probability models in engineering
7. Continuous probability models in engineering
8. Multivariate probability models
9. Functions of random variables
10. Monte Carlo simulation
11. Extreme value distributions
12. Random processes
13. Outlook

**Lernergebnisse:**

Students are able to understand concepts of uncertainty and information. Students gain a profound toolbox for analyzing engineering problems subject to uncertainty and randomness. At the end of the module, students are able to:

- Know when to apply probabilistic methods and risk analysis
- Use the appropriate probabilistic model for individual and groups of variables
- interpret data analysis (statistics) using Matlab
- Apply Bayes rule for information updating
- Analyze the reliability of systems with statistically dependent elements
- use functions of random variables
- create stochastic process models
- Interpret the quality of a probabilistic analysis

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module consist of weekly lectures with integrated exercises from the fields of civil, environmental, structural, and mechanical and transportation engineering.

Lectures will be given on the blackboard, including selected illustrations. Case studies should help the understanding of the problems. The lecture notes in PDF form will be distributed at the beginning of the semester.

Simple examples for hand-calculation will be provided within the lectures and more realistic examples will be carried out using Matlab in the computer facilities of the department.

Short tests (15min) will be carried out during the semester, which serve to self-assess the learning success of students.

**Medienform:**

- Lectures with blackboard supported by PowerPoint
- Exercises, partly using Matlab (which is available to all TUM students)
- Lecture notes including theory and examples

- Short tests
- 2 homework examples

**Literatur:**

Lecture notes will be distributed. The following books provide useful supplemental material:

- Kottegoda, N. T., and R. Rosso (2008), Applied statistics for civil and environmental engineers, Blackwell, Oxford.
- Ang, A. H.-S., and Tang, W. H. (2006). Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering, Wiley, New York.
- Benjamin, J. R., and C.A., C. (1970). Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers, McGraw-Hill, New York.
- Bedford, T., and Cooke, R. (2001). Probabilistic risk analysis: foundations and methods, Cambridge University Press.

**Modulverantwortliche(r):**

Herr Prof. Dr. sc. Tech. Daniel Straub [straub@tum.de](mailto:straub@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU60015: Zuverlässigkeit von Systemen | Reliability for Engineering Systems

*Zuverlässigkeit von Systemen*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                       |                              |                                          |                                      |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b>   | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3 | <b>Gesamtstunden:</b><br>120 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>80 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der mündlichen Prüfung sollten die Studierenden in der Lage sein, die Inhalte des Kurses und wichtige Theorien zu reflektieren und zu reproduzieren. In der Einzelprüfung wird den Studierenden eine Problemstellung zur Hand gegeben, die an den Vorlesungsinhalten orientiert ist sowie an den optionalen Hausaufgaben und Übungsaufgaben während des Semesters. Die Studierenden sollen die Aufgabe bearbeiten und einen Lösungsweg skizzieren (15 Minuten Zeit). Anschließend werden sie den Lösungsweg vorstellen und iterative Fragerunden beantworten müssen. Die mündliche Prüfung ermöglicht es dem Professor und Assistenten auf die individuellen Studierenden einzugehen, um deren Kompetenzen realistisch einschätzen zu können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Risiko Analyse 1

#### Inhalt:

1. Einführung und Review der Kursvoraussetzungen
2. Binäre Systemmodelle
3. Fehlerbaumanalyse und Ereignisbaumanalyse
4. Abhängige Versagensereignisse
5. Physikalische Systemmodelle
6. Sampling basierte Systemzuverlässigkeit

## 7. Leistungs- und Sensitivitätsmaße

### **Lernergebnisse:**

Dieser Kurs befähigt die Studierenden die Zuverlässigkeit von Infrastruktur-, Technik- und Umweltsystemen zu analysieren. Folgende Lernergebnisse werden erzielt:

- Auswählen von probaten Systemmodellen zur Zuverlässigkeitsanalyse
- Anwenden von etablierten Methoden zur Systemzuverlässigkeit- und Risikoanalyse, wie z.B. Fehlerbaum- und Ereignisbaumanalyse
- Modellieren von komplexen System des Ingenieurwesens mittels auf Sampling basierten Methoden
- Modellieren des Effekts von untereinander abhängigen Systemkomponenten
- Identifikation von wichtigen Komponenten und Fehlerzuständen in Systemen
- Implementieren von Methoden in Softwaretools, z.B. Matlab

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen (Tafelanschriften und Präsentationsfolien), einschließlich Anwendungsbeispiele und Übungsaufgaben aus den Feldern Bau-, Umwelt-, Struktur- und Verkehrsingenieurwesen zur Förderung des Verständnisses.

### **Medienform:**

- Vorlesungen unterstützt durch Tafelanschrift und Folien
- Vorlesungsunterlagen (PDF) mit Theorie und Beispielen
- Optionale Hausaufgaben

### **Literatur:**

Bedford, T., and Cooke, R. (2001). Probabilistic risk analysis: foundations and methods, Cambridge University Press.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Daniel Straub [straub@tum.de](mailto:straub@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Daniel Straub

[straub@tum.de](mailto:straub@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU60017: Probabilistische Lebenszyklusanalyse und Unterhaltsmanagement von Infrastrukturbauten | Probabilistic Life Cycle Analysis and Integrity Management of Infrastructures

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination is via an oral exam of 30 (15+15) minutes in total. The Student will get two questions about the content of the lecture. In the first half (15 minutes) the student can prepare some answers. During this he is allowed to use lecture notes, books ect. and a calculator. In the second half (15 minutes) the student presents his answers and will get some followup questions to check his deeper understanding.

Overall the ability to solve questions about probabilistic life cycle analysis within 15 minutes is tested. Moreover the student must be able to present and discuss the answers with a specialist audience.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The course will assume a basic knowledge of probability concepts such as random variables and their description (e.g., through completion of the MSc course "Risk Analysis" or "Stochastic Finite Element Methods"). Basic knowledge of Matlab or Python is required for the exercises.

#### Inhalt:

After a short introduction in probability theory, different approaches to monitor a structure are introduced:

1. General introduction
2. Basics of reliability analysis
3. Reliability of maintained systems
4. Time value of money
5. Decision theory and cost-benefit analysis
6. Models of deterioration mechanisms
7. Repair and rehabilitation
8. Inspection and monitoring strategies
9. Life-cycle cost analysis (LCCA)
10. Optimization of inspection and monitoring strategies

### **Lernergebnisse:**

This course enables the student to understand, analyze and communicate the elements of life-cycle reliability and asset integrity management subject to uncertainty and randomness. Upon completion of the module, students will be able to:

- Understand the fundamental concepts and challenges in infrastructure asset integrity management
- Understand and evaluate life-time reliability, availability and risk
- Perform probabilistic evaluations of the life-time performance of aging infrastructures by Monte Carlo simulation
- Assess the reliability of maintained structures
- Perform cost-benefit-analyses of asset integrity management strategies
- Understand the time-value of money and its relevance in infrastructure management
- Understand probabilistic models of inspection and monitoring
- Understand the effect of repair and rehabilitation
- Perform a life-cycle cost analysis
- Optimize inspection strategies and monitoring
- Implement analysis methods in computational tools such as Python or Matlab

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course consists of weekly lectures (50%) and exercises (50%), which implement the theory to 1-2 example structures and infrastructures.

Lectures will be given partly on the black/whiteboard and partly by presentations on slides. The whiteboard allows to develop key concepts and mathematical formulations at a pace that is conducive to a deeper understanding. The presentations on slides facilitates presentation of how these concepts apply to real systems and present case-studies.

In the exercise part, the students will be asked to solve selected exercises that are drawn from one or two case studies. These case studies will be introduced at the beginning of the course and utilized throughout. Some of the exercises will require the use of suitable software tools, such as Matlab or Python. Students will be required to develop and present the solution of selected exercises in class.



**Medienform:**

- Lectures with blackboard supported by slides
- Exercise sheets
- Matlab code examples

**Literatur:**

References and selected materials will be provided

**Modulverantwortliche(r):**

Max Teichgräber

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Probabilistic life cycle analysis and integrity management of infrastructures (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Bismut E, Straub D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU60018: Abschätzung von seltenen Ereignissen und Versagenswahrscheinlichkeiten | Estimation of Rare Events and Failure Probabilities

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The course assessment takes place as a project work. The students will solve a practical problem that requires implementation of the methods discussed in class in a computer code. The students will be evaluated based on a written project report that documents the implemented approach and obtained results. The students will present their project in a 15-minute presentation followed by a discussion of the presented solution approach. The aim of the project is that students become familiar with the concepts discussed in class through hands-on experience. The project report will assess the students' understanding of the implemented methods and their applicability to specific problems. The purpose of the presentation is to assess the students' ability to describe theoretical concepts and communicate the adopted approach to solve a practical problem in a clear fashion.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Risk Analysis/Stochastic Finite Element Methods

The course will assume a basic knowledge of probability concepts such as random variables and their description (e.g., through completion of the MSc course “Risk Analysis” or “Stochastic Finite Element Methods”). Basic knowledge of Matlab or Python is required for the exercises.

### **Inhalt:**

The course introduces shortly probability theory. Then all state of the art methods to calculate the probability of rare events are introduced.

1. General introduction
2. Random variables/Random vectors
3. Rare events and reliability problems
4. Approximate reliability analysis
5. Simulation of random variables
  - 5(a). Pseudo-random sampling
  - 5(b). Rejection sampling
  - 5(c). Markov chain Monte Carlo methods
6. Simulation of rare events
  - 6(a). Monte Carlo simulation
  - 6(b). Importance sampling
  - 6(c). Cross-entropy method
7. Simulation in high dimensions
  - 7(a). Screening method
  - 7(b). Subset simulation
8. Bayesian analysis of rare events

### **Lernergebnisse:**

This course enables the students to understand and implement state-of-the-art methods for estimating

probabilities of rare events. In the end of the semester the students will be able to:

- Generate random samples from arbitrary distributions
- Apply approximations to rare events and reliability problems
- Estimate efficiently rare event probabilities with sampling methods
- Estimate rare event probabilities in problems with large number of random variables
  
- Update rare event probabilities with observations
- Implement advanced simulation methods in computational tools such as Python or Matlab

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course consists of weekly lectures. Lectures will be given partly on the black/whiteboard and partly by presentations on slides. The whiteboard allows to derive theoretical concepts and mathematical formulations at a pace that is conducive to a deeper understanding. The presentations

on slides facilitates graphical illustration of the new concepts and enables to make complex content more comprehensible.

Homework exercises will be given and their solutions will be posted in moodle. A selection of the homework exercises will be discussed in class. Some of the exercises will require the use of suitable

software tools, such as Matlab or Python. Homework exercises facilitate understanding of the taught

methods and their applicability to different problems.

**Medienform:**

- Lectures with blackboard supported by slides
- Exercise sheets
- Matlab code examples

**Literatur:**

References and selected materials will be provided

**Modulverantwortliche(r):**

Max Teichgräber

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Iason Papaioannou

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU67001: Hangbewegungen | Landslides [P-04]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 120.

credit requirement: unsplit written examination without additives

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

As-built surveys and geodetical monitoring, fundamentals of geology

#### Inhalt:

- Definition, terms & classification
- Landslide types and processes
- Landslide causes and triggers
- Case studies Goldau, Ruffi, Grätli, Vajont, Elm
- Investigation and analysis of landslides
- Mapping of phenomena, Hazard & risk maps
- Monitoring techniques, early warning systems
- Case study Sudelfeld, research project alpEWAS
- Remote sensing reconnaissance
- Principles of risk assessment for natural hazards
- Assessing the probability of landslide hazards

- Vulnerability and exposure to landslide hazards
- Cost-benefit optimization of mitigation measures
- Landslide risk communication and management
- Mitigation measures
- Geodetical monitoring
- Concepts, instrumentation, processing
- European case studies (alpine landslides)
- North American case studies (coastal landslides)
- Case studies from developing and emerging countries

### **Lernergebnisse:**

After the course, students are familiar with different types of landslides and are able to classify and describe landslides types and processes on an international approved level. Students will be able to differentiate causes and triggers of a landslide and to analyse different movement and transportation types. They will be able to select the appropriate investigation techniques for monitoring and to apply hazard mapping and zoning techniques. The students will know and understand the principles of risk assessment and management for landslides and other gravitational natural hazards. They will be able to conduct and interpret basic risk analyses and cost-benefit optimization of landslide mitigation measures.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course will consist of 3 lectures. The lectures include videos, slide shows and demonstrations of processes. There will be mandatory exercises and optional field days showing various landslide case studies which have been discussed during the lectures.

### **Medienform:**

Powerpoint presentation, viewgraphs, blackboard, videos, lecture notes, field trip

### **Literatur:**

- TURNER and SCHUSTER: Landslides: Investigation and Mitigation, National Academy Press, 1996
- CENAT: Dealing with natural hazards and risks, module 3 landslides, web-based lectures, Kompetenzzentrum Naturgefahren der Schweiz CENAT, ETH Zürich
- DUNNICLIFF: Geotechnical instrumentation for monitoring field performance, Wiley, 1993

- SCHOFIELD & BREACH: Engineering Surveying, sixth edition, Elsevier, 2007
- BONNARD, FORLATI & SCAVIA: Identification and Mitigation of Large Landslide Risks in Europe - Advances in Risk Assessment, European Commission Fifth Framework Programme, IMIRILAND Project, Balkema Publishers, 2004
- ClimChAlp (CLIMATE CHANGE, IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES IN THE ALPINE SPACE): Slope Monitoring Methods - State of the Art Report, 2008 [http://www.geo.bv.tum.de/images/stories/dokumente/climchalp\\_-\\_work\\_package\\_6\\_report.pdf](http://www.geo.bv.tum.de/images/stories/dokumente/climchalp_-_work_package_6_report.pdf)

**Modulverantwortliche(r):**

Kurosch Thuro (thuro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV040053: Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD) | Computational Fluid Dynamics [CFD]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird im Rahmen einer Klausur und eines Berichts (unbenotete Studienleistung) erbracht.

In der 60-minütigen Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen. An Hand von Verständnisfragen weisen die Teilnehmer nach, dass sie die theoretischen Konzepte numerischer Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen verstanden haben und dass sie numerische Effekte in einfachen Situationen differenzieren können. Durch Lösung von Aufgabenstellungen aus den Bereichen Diskretisierungsverfahren, numerische Approximation und Fehler, Stabilität und Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen zeigen die Teilnehmer, dass sie die vermittelten numerischen Konzepte und Methoden anwenden können.

Im Rahmen des Berichts werden wöchentlich in Gruppen bearbeitete Programmieraufgaben zusammengefasst, welche am Ende des Semesters in einem Abschlussvortrag (30 Minuten) präsentiert werden. Darin und in der anschließenden Diskussion und Befragung durch den Dozenten weisen die Teilnehmer nach, dass sie die korrekten Fachtermini beherrschen und numerische Lösungsverfahren an Hand der Ergebnisse charakterisieren können. Weiter zeigen sie, dass sie nach vorheriger Diskussion in der Gruppe, in der Lage sind, geeignete numerische Verfahren für die betrachteten Klassen von Strömungsproblemen auszuwählen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Transportmechanismen (BGU41020) bzw. Advanced Fluid Mechanics (BGU41021). Zudem



werden Kenntnisse in der Ingenieurmathematik (Lineare Algebra, Differentialrechnung, Integration, Vektoranalysis und Feldtheorie) und Grundkenntnisse der Programmiersprache Matlab vorausgesetzt.

**Inhalt:**

- Grundgleichungen der Fluidmechanik
- Komponenten eines numerischen Verfahren
- Finite-Differenzen-Verfahren
- Numerische Approximation
- Zeitintegration
- Analyse von Diskretisierungsverfahren
- Methode der gewichteten Residuen
- Finite-Volumen-Verfahren
- Lösung der Navier-Stokes Gleichung
- Lösung der Poissongleichung
- Programmierung eines eindimensionalen Verfahrens zur Lösung der Konvektions-Diffusions-Gleichung mit Hilfe von Matlab
- Programmierung eines zweidimensionalen Löser für die Navier-Stokes-Gleichungen (inkompressibel) in der Programmiersprache Matlab
- Analyse numerischer Fehler

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die grundlegenden Komponenten eines numerischen Verfahrens zu verstehen
- Finite-Differenzen und Finite-Volumen-Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen herzuleiten
- In der Gruppe eine Aufgabenstellung zu bearbeiten und die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit unter Verwendung von Fachtermini zu diskutieren
- numerische Fehler auf Basis von Taylorreihenanalyse und Fourier-Analyse zu bestimmen
- Stabilitäts- und Konvergenzeigenschaften eines numerischen Verfahrens zu charakterisieren
- die Qualität einer numerischen Simulation zu bewerten
- explizite und implizite numerische Zeitintegrationsverfahren zu implementieren
- verschiedene Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichung für inkompressible Strömungen in einem Strömungslöser zu implementieren
- geeignete numerische Verfahren für unterschiedliche Klassen von Strömungsproblemen zu ermitteln

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden in einer Vorlesung und einer Programmierübung vermittelt. Im Rahmen der Vorlesung werden grundlegende Begriffe, Konzepte und Methoden durch Tafelanschrieb, Präsentationsfolien und an Hand von Fallbeispielen vermittelt. Im Rahmen der Programmierübung werden unterschiedliche numerische Komponenten eines Strömungslösers mit Hilfe einer Programmiersprache implementiert. Die Teilnehmenden lösen in selbständiger Gruppenarbeit Programmieraufgaben und bekommen Unterstützung durch den Dozenten. Am Ende der

Veranstaltung werden die Ergebnisse der Gruppenarbeiten in kurzen Vorträgen präsentiert und mit den Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Tafel, Präsentationen, Mitschrift, Skriptum, e-Learning, Matlab- Programmcodes

**Literatur:**

- Vorlesungsskript
- J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer-Verlag, 2002.
- P. Moin, Fundamentals of Engineering Numerical Analysis, Cambridge University Press, 2001

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170004: Flussbau und Hydromorphologie | River Engineering and Hydromorphology [BUI River]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung, Bericht und Präsentation

In der schriftlichen Klausur wird geprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegenden Konzepte der des Flussbaus und der Hydromorphologie in begrenzter Zeit komprimiert wiedergeben können, sowie Lösungen zu Anwendungsproblemen unter festen zeitlichen Vorgaben aufzeigen können. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

"Grundkurs Wasserbau und Wasserwirtschaft" oder vergleichbare Grundlagen

#### **Inhalt:**

- Strömung und Sedimenttransport in Flüssen
- Numerische hydromorphologische Modelle
- Flussmorphologie, Flussdynamik und Baumaßnahmen
- Anwendung von HEC-RAS zur Berechnung der 1D Strömung, des Sedimenttransports und der Sohlveränderung

#### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- komplexe Sedimentationsprobleme in Flüssen zu verstehen

- Zusammenhänge zwischen Gerinnebildung und Feststofftransport sowie der Beeinflussungsmöglichkeiten durch Verbauungen in Flüssen und flussbauliche Baumaßnahmen zu erkennen
- numerische Modelle als alternatives Werkzeug bei der Planung flussbaulicher Maßnahmen anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungsveranstaltung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag durch anschauliche Beispiele, reale und virtuelle Modelle sowie durch Diskussionen mit den Studierenden vermittelt.

Des Weiteren soll die Vorlesung die Studierenden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen anregen. In den Übungen werden ausgesuchte Beispiele bearbeitet und konkrete Fragestellungen behandelt. In Ergänzung zu Vorlesung und Übung werden Aufgabenblätter und E-Tests angeboten, in denen die praktische Anwendung vertieft wird.

**Medienform:**

Vorlesung mit Tafelarbeit und PowerPoint;  
Computer-Lab

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

River Engineering and Hydromorphology (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV180004: Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen | Modelling of Water Quality in Aquatic Systems**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise bei der Modellierung aquatischer Systeme verstanden wurde. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils eine grafische Visualisierung, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Modellierungs- bzw. Rechenaufgaben liegt. Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlegendes Verständnis aquatischer Systeme sowie elementare mathematische, physikalische und chemische Kenntnisse werden vorausgesetzt.

#### **Inhalt:**

1. EINFÜHRUNG. Natürliche und technische aquatische Systeme: Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Trinkwasseraufbereitungs- und Abwasserreinigungsverfahren. Ansätze zur mathematischen Modellierung aquatischer Systeme: Grundlagen der Strömungsmechanik und Massenbilanzen.

2. REAKTIONSTECHNIK. Reaktionskinetik und -ordnungen. Reaktionssysteme: Rührkessel und Pfropfenstromreaktor, Rührkesselskaskade. Hydraulische Verweilzeit und deren Summen- und Dichtefunktion. Reaktoranalyse.

3. EINFACHES MODEL ZU MODELLIERUNG DER BIOGASPRODUKTION. Einpflegen eines einfachen Modells in Excel. Einige nützliche Tool. Erste Modellierungserfahrungen.

4. AQUASIM. Kurze Einführung in die Software. Einpflegen eines einfachen Modells für einen Fluss mit Nitrifikation und Biomassesterben. Kalibrierung der Modellparameter. Kritische Betrachtung von Messwerten und Modelloutputs.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, sich an die Herangehensweise für einfach Modelle zu erinnern, entsprechende Bilanzen aufzustellen und zu analysieren, sowie einfache Simulationen durchzuführen und eigene Ansätze zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung wird als Präsentation gehalten, mit unterstützenden Erläuterungen an der Tafel. In kleinen Übungen mit kommerzieller (Excel) bzw. Spezialsoftware (AquaSIM) sollen die Studierenden das Gelernte allein oder in kleinen Gruppen anwenden. Die Lösungen werden in Anschluss gemeinsam diskutiert und analysiert.

### **Medienform:**

Tafel, Beamer, Computer

### **Literatur:**

Chapra S. C. (2008) Surface Water-Quality Modeling. Waveland Press Inc, Long Grove.

Maniak, U. (1997) Hydrologie und Wasserwirtschaft - Eine Einführung für Ingenieure. Springer Verlag, Heidelberg.

Reichert, P. (1998) AQUASIM 2.0 – User Manual. Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), Dübendorf.

Wichern, M. (2010): Mathematische Simulation biochemischer Prozesse in der Siedlungswasserwirtschaft, Oldenbourg Industrieverlag, München.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Konrad Koch, k.koch@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modelling of aquatic systems (Modellierung aquatischer Systeme) (Vorlesung, 2 SWS)

Koch K [L], Koch K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV460014: Hydrodynamische Modellierung für Umweltingenieure | Environmental Hydrodynamic Modelling [BUI\_4]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweimestrig      | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird in Form von einer Präsentation, einem Bericht und einer schriftlichen Prüfung erbracht. Dadurch sollen die Studierenden nachweisen, dass sie funktionelle Zusammenhänge der hydrodynamischen Modellierung verstanden haben und auch unter zeitlichem Druck anwenden können. Dabei sind keine Hilfsmittel erlaubt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundständiges Wissen in Wasserbau und Wasserwirtschaft

#### Inhalt:

WS - Kurs: Environ. Hydr. Model. I

- Konvektion Diffusion Gleichung und numerische Verfahren für 1D Probleme
- Flachwassergleichungen und numerische Verfahren für 1D / 2D Probleme
- Programmierung mit EXCEL für differente Schemen und einfache Anwendungen
- Erweiterte Konvektion Diffusion Gleichung und numerische Lösung für idealisierte Gewässer (1D, stationäre Strömung)
- Verwendung des EXCEL-Programms zur Berechnung DO / BOD in Flüssen und Sedimentation im Absetzbecken

SS - Kurs: Environ. Hydr. Model. II

- 3D numerische Modelle und Computersimulation
- Verwendung des FLOW3D Programms zur Berechnung der Flussströmung, des Schadstofftransports und der Sedimentation im Absetzbecken

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreichem abschließen dieses Moduls in der Lage:

- die hydrodynamischen Prozesse im Wasserbassin vertieft zu verstehen,
- das CFD-Werkzeug für die einfachen 1D Probleme bzgl. der Flussströmung, der Wasserqualität und des Absetzbeckens mittels des EXCEL-Programms anzuwenden,
- Das Programm FLOW 3D zur Untersuchung anderer komplexen 3D Probleme anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

**Medienform:**

Tafel, Computer

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Hydrodynamic Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV490053: Numerische Methoden 1 - Grundlagen | Numeric Analysis 1 - Fundamentals [W-06]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Eine Bewertung erfolgt durch eine 60-minütige Klausur. Die Studierenden sollen anhand von Wissensfragen zeigen, dass sie in der Lage sind, die wesentlichen mechanischen Grundlagen und Interaktionen von Versagensmechanismen sowie die verschiedenen erlernten Berechnungsverfahren, etwa der Grenzgleichgewichtsanalyse sowie die theoretischen Hintergründe, u.a. der Inversion oder der Diskontinuumsmodellierung, strukturiert und problemlösungsorientiert zu erklären. Anhand konkreter praktischer Fallbeispiele zur Anwendbarkeit von Bruchkriterien, der Gelichgewichtsanalyse und Modellierung sollen sie zeigen, dass sie die mechanischen Grundlagen, wie etwa das Schmidt'sches Netz, in einem numerischen Modell anwenden können und selbst händische Analysen durchführen können. Erlaubte Hilfsmittel sind ein PC, ein Taschenrechner und eine Formelsammlung. Die Klausur eignet sich hier am besten weil auch synoptische Zusammenhänge aus mehreren Gebieten analysiert, bewertet und eigene Lösungsideen entwickelt werden sollen. Mithilfe des PCs können kurze, praktische Modellierungsaufgaben gelöst werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in der Klassifikation und Erkennung von Hangbewegungen. Es werden gute PC Kenntnisse und ein Interesse an verschiedenen numerischen Modellierssoftwares erwartet.

### **Inhalt:**

Im Modul werden die mechanischen Grundlagen verschiedener Versagensmechanismen von Hangbewegungen behandelt. Durch verschiedene Modelliersoftware werden praktische Beispiele aus dem Feld Bergbau, Tunnelbau, Baugrubenbau und Hangbewegungen herangezogen.

- Einführung in mechanische Grundlagen und Interaktionen von Versagensmechanismen
  - o Ansätze numerischer Methoden, Schmidt'sches Netz
  - o Software: Unwedge, RocPlane und Swege
- Materialparameter und Bruchkriterien
  - o Theorie
  - o Software: RocData
- Grenzgleichgewichtsanalyse
  - o Lamellenverfahren
  - o Gleitprozesse (Software Slide2D)
- Kontinuumsmodellierung
  - o Grundlagen der Finite Elemente Analyse
  - o Software: Phase<sup>2</sup>
- Trajektorienmodellierung
  - o Modellierung von einzelnen Blöcken (Software: RocFall und Rofmod)
  - o Modellierung von (Fels-)lawinen (Software: RAMMS)
- Tomographische Modelle
  - o Inversion von geoelektrischen Daten (Software RES2DINV)
- Diskontinuumsmodellierung
  - o 2D-Diskontinuumsmodellierung (Software: UDEC)
  - o 3D-Diskontinuumsmodellierung (Software: FLAC)

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind am Ende des Moduls in der Lage...

- ... zu verstehen, was die mechanischen Grundlagen und Interaktionen von Versagensmechanismen sind
- ... zu verstehen, wie sie mit dem Schmidt'schen Netz selbst händische Analysen durchführen können
- ... potentielle Blockmobilisierungen im Tunnelbau zu analysieren
- ... das Zusammenspiel und den Einfluss der verschiedenen Materialparameter auf die Gebirgsfestigkeit und die verschiedenen Bruchkriterien zu verstehen
- ... verschiedene Berechnungsverfahren der Grenzgleichgewichtsanalyse zu verstehen
- ... selbst das Lamellenverfahren anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten
- ... die Grundlagen der Finite Elemente Analyse zu verstehen
- ... selbst Spannungsverhältnisse in einem tiefliegenden Tunnel zu analysieren
- ... den theoretischen Hintergrund der Inversion von geoelektrischen Daten zu verstehen
- ... die aus der Inversion von geoelektrischen Daten gewonnen Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten
- ... den theoretischen Hintergrund der Diskontinuumsmodellierung zu verstehen
- ... die Unterschiede sowie die Vor- und Nachteile der Finite Elemente Methode (FEM) zu verstehen

- ... 2D- und 3D-FEM-Modellierungen durchzuführen und die Ergebnisse zu bewerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung gliedert sich in einen "Vorlesungsteil" zu Beginn der Stunde, wobei mit ständiger Unterstützung durch eine Powerpoint-Präsentation eine Einführung in die Theorie und das Modellierungsprogramm gegeben wird. Teilweise erfolgen Erläuterungen als Tafelanschrift. Die verschiedenen Modellierungsprogramme werden im zweiten Teil der Stunde anhand von Übungsblättern im Numerischen Labor am PC von den Studenten angewendet (bearbeitet) und besprochen. Zur Vertiefung bzw. Bearbeitung der Studienarbeiten wird ein studentisches Tutorium angeboten. Dadurch können die Studierenden einen schnellen und selbst erarbeiteten Umgang mit den Lernergebnissen erzielen.

### **Medienform:**

PowerPoint-Präsentationen, Skript, Übungsskript, Tafelarbeit, Demonstration von Modellierungsprogrammen, eigenständige Arbeit der Studierenden im Numerischen Labor an PCs

### **Literatur:**

- ANDERSON, M.G. AND RICHARDS, K.S. (1987). Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology, Wiley, Chichester.
- BRUNSDEN, D. AND PRIOR, D.B. (1984). Slope Instability, Wiley, London.
- CHRISTEN, M., KOWALSKI, J. & BARTELT P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63: 1–14.
- DORREN, L. K. A. (2003): A review of rockfall mechanics and modelling approaches, Progress in Physical Geography, 26: 69-87.
- DORREN, L., MAIER, B., PUTTERS, U. & SEIJMONSBERGEN, A. (2004): Combining field and modeling techniques to assess rockfall dynamics on a protection forest hillslope in the European Alps.- Geomorphology: 57, 151–167.
- DORREN, L. (2010): Rocky for 3D revealed - Description of the complete 3D rockfall model. Association ecorisQ.
- EBERHARDT, E., SPILLMANN, T., MAURER, H., WILLENBERG, H., LOEW, S., & STEAD, D. (2004): The Randa Rockslide Laboratory: Establishing brittle and ductile instability mechanisms using numerical modelling and microseismicity, 9th Int. Symposium of Landslides Rio de Janeiro, 481-487.
- ERISMANN, T.H. & ABELE, G. (2001): Dynamics of Rockslides and Rockfalls. - 316 S., Springer-Verlag (Berlin-Heidelberg-New York).
- GOODMAN & GEN HUA SHI (1985): Block Theory and its application to Rock Engineering. - 338 S., Prentice Hall.
- GOODMAN, R. E. (1995): Block theory and its application.- Géotechnique, 45 (3): 383-423.
- HOEK, E. (2000): Practical rock engineering. – 237 S.,
- HOEK (2007): Practical rock engineering. - 237 S.,  
<http://www.rockscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp>.
- KRUMMENACHER, B., PFEIFER, R., TOBLER, D., KEUSEN, H.-R., LINIGER, M. & ZINGGELER, A. (2005): Modellierung von Stein- und Blockschat – Berechnung der Trajektorien auf Profilen und

im 3-D Raum unter Berücksichtigung von Waldbestand und Hindernissen. – 10 S., Zollikofen (pdf-Version).

ORTIAGO, J. AND SAYAO, A. (2004). Handbook of Slope Stabilisation, Springer, Berlin.

TURNER, A. K. & SCHUSTER, R. L. [Hrsg.] (1996): Landslides Investigation and Mitigation. - 675 S., Special Report 247, Washington, D.C. (National Academy Press).

WYLLIE, D.C. & MAH, C.W. (2004): Rock Slope Engineering. Spon Press, London and New York. p. 22-45.

[http://www.rocscience.com/hoek/corner/Practical\\_Rock\\_Engineering.pdf](http://www.rocscience.com/hoek/corner/Practical_Rock_Engineering.pdf), abgerufen am 11.10.2012.

Paper zu diversen FE-Themen: <http://www.rocscience.com/products/3/papers>, abgerufen am 11.10.2012.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Michael Krautblatter, Fachgebiet für Hangbewegungen [m.krautblatter@tum.de](mailto:m.krautblatter@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

W 06 Numerische Methoden 1 (Grundlagen) (Übung, 3 SWS)

Frimberger T, Jacobs B, Krautblatter M, Leinauer J, Schröder T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV490054: Numerische Methoden 2 - Codes | Numeric Analysis 2 - Numerical Modeling [W-07]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es wird eine Klausur abgehalten, in der die Studierenden nachweisen müssen, ob sie die erlernten Grundlagen in den Ursachen und Auslösern von Muren und Steinschlägen, den physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Bewegung von Muren und Steinschlägen und der Risikoanalyse wiedergeben können. Die Studierenden müssen in der Prüfung fallspezifische Ergebnisse von Simulationen analysieren und bewerten können. Es wird in der Klausur überprüft, ob die Studierenden verstanden haben, welche Eingabeparameter sich wie auf die Simulationsergebnisse auswirken.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in der Klassifikation und Erkennung von Hangbewegungen und in der Geoinformationssoftware ArcGIS. Es wird ein Interesse an der lösungsorientierten Analyse von Naturgefahren im Alpenraum und der dadurch verursachten Gefährdung von wirtschaftlichen Gütern und sozialen Werte erwartet.

Für die Teilnahme an der Prüfung müssen folgende Module erfolgreich absolviert sein (oder vergleichbare Veranstaltungen):

- Hangbewegungen (P-04)
- Numerische Methoden I (W-06)

#### Inhalt:

- Bedeutung von Muren und Steinschlägen

- Definitionen, Begriffe und Klassifikationen von Hangbewegungen
- Ursachen und Auslöser für Hangbewegungen, speziell Murgang und Steinschlag
- Analyse von rezenten Ereignissen, wie z.B. Murgang in Oberstdorf
- Schutzmaßnahmen gegen Hangbewegungen, speziell gegen Murgänge und Steinschläge
- Einführung in die Software RAMMS (Debris flow und Rockfall)
- Modellierung und Analyse verschiedener Szenarien mit der Software RAMMS
- Sensitivitätsanalyse der Inputparameter in Ramms
- Grundlagen der Risikoanalyse

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind am Ende des Kurses in der Lage:

- zu verstehen, wo und warum in Bayern Murgänge und Steinschläge auftreten
- zu verstehen, wie Hangbewegungen voneinander differenziert werden können
- zu verstehen, woran Murgänge und Steinschläge in der Natur erkennbar sind und welche Schutzmaßnahmen es dagegen gibt
- zu verstehen, wie das Alter einer Hangbewegung bestimmt werden kann
- zu verstehen, welche physikalischen Gesetzmäßigkeiten dem Ramms-Modell zu Grunde liegen und welche Eingangsdaten für RAMMS benötigt werden
- zu verstehen, wie diese Eingangsdaten gewonnen werden können
- zu verstehen, welche Daten durch die Ramms-Modellierung erstellt werden
- Simulationen in Ramms selbst durchzuführen und deren Ergebnisse zu analysieren
- selbst eine Kalibrierung der Simulation durchzuführen und somit ein Gefühl für die Eingangsparameter zu entwickeln
- selbst eine Sensitivitätsanalyse durchzuführen
- zu verstehen, wie eine Gefahrenzonierung durchgeführt wird
- dieses erworbene Wissen anzuwenden und selbst eine Gefahrenzonierung durchzuführen
- zu verstehen, was Risiko ist und wie es berechnet werden kann
- dieses erworbene Wissen anzuwenden und selbst das Risiko anhand von Fallbeispielen und eigenen Simulationsergebnissen zu berechnen
- eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen und zu bewerten welche Schutzmaßnahme wirtschaftlich gesehen optimal ist

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Um die angestrebten Lernergebnisse bestmöglich zu erreichen, wird auf eine Mischung aus verschiedenen Lehr- und Lernmethoden wie Vorlesung mit PPT-Präsentation und Smartboard und Videos zurückgegriffen. Einen Großteil des Kurses arbeiten die Studierenden selbst mit der Software Ramms am PC. Für eine erfolgreiche Nachbearbeitung des Stoffs werden die wichtigsten Arbeitsmaterialien online bereitgestellt.

### **Medienform:**

PowerPoint-Präsentation, Tafel, Flip-Chart, Smartboard, Prezi-Präsentation, Videos, Gruppenarbeit

### **Literatur:**

- Turner, A.K., Schuster, R.L., 1996. Landslides: Investigation and Mitigation, National Academy Press.
- WSL Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Eds.), 2013. RAMMS rapid mass movements simulation - A numerical model for debris flows in research and practice. User Manual v1.5 Debris flow, Davos, Switzerland.
- Christen, M., Bühler, Y., Bartelt, P., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., Graf, C., McArdell, B.W., Gerber, W., Deubelbeiss, Y., Feistl, T., Volkwein A., 2012. Integral hazard management using a unified software environment – numerical simulation tool “RAMMS” for gravitational natural hazards. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012, Grenoble, France.
- Bertoldi, G., D’Agostino, V., McArdell, B.W., 2012. An integrated method for debris flow hazard mapping using 2D runout models. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012, Grenoble, France, 435-446.
- Schraml, K., Thomschitz, B., McArdell, B.W., Graf, C., Hungr, O., Kaitna, R., 2015. Modeling DebrisFlow Runout Pattern on a Forested Alpine Fan with Different Dynamic Simulation Models. In: Lollino et al. (Eds.). Engineering Geology for Society and Territory – Volume 2, Springer, Switzerland, 1673-1676.
- Berger, C., McArdell, B.W., Lauber, G., 2012. Murgangmodellierung im Illgraben, Schweiz, mit dem numerischen 2D-Modell RAMMS – Murgangmodellierung in der Praxis. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012, Grenoble, France, 37-45.
- McDougall, S., Hungr, O., 2004. A model for the analysis of rapid landslide motion across three-dimensional terrain. Can. Geotech. J. 41, 1084-1097.
- BUWAL, 1999 [Hrsg.]. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Fallbeispiele und Daten, 129 S.
- Rudolf-Miklau, F., 2010. Naturgefahren-Management in Österreich. Vorsorge-Bewältigung-Information. 252 S.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. M. Krautblatter, Fachgebiet für Hangbewegungen [m.krautblatter@tum.de](mailto:m.krautblatter@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Numerische Methoden 2 (Codes) (Übung, 3 SWS)

Krautblatter M, Frimberger T, Pudasaini S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 9: Sustainable Urban Mobility Planning | Field of Study 9: Sustainable Urban Mobility Planning

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BV520007: Siedlungsstruktur und Verkehr - Wechselwirkungen und Strategien | Land Use and Transport - Interactions and Strategies

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur (ohne Hilfsmittel) und einer Projektarbeit mit abschließender Präsentation. Die Projektarbeit wird schriftlich abgegeben (Ausarbeitung von ca. 20 Seiten) und im Rahmen des Seminars präsentiert.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Wechselwirkungen und die verschiedenen Strategien von Siedlungsstruktur und Verkehr verstanden wurden und in Wissensfragen erklärt werden können. Die Studierenden sollen anhand praxisrelevanter Problemstellungen aus dem Verkehrswesen unterschiedliche Konzepte zur Verkehrsnachfragesteuerung diskutieren, in dem sie Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Modelle aufzeigen. Sie stellen zudem unter Beweis, dass sie die Erreichbarkeitsmaßnahmen sowie deren Verwendbarkeit in der praktizierten Planung verstehen. Anhand der Projektarbeit wird überprüft, inwieweit die Studierenden Literaturrecherche über ein bestimmtes Thema durchführen können, ein definiertes verkehrsplanerisches Problem mit Hilfe des Standes der Technik adressieren und mögliche Lösungen entwickeln können. Anschließend wird in einer Präsentation nachgewiesen, ob die Studierenden ihre Ergebnisse verständlich, präzise und anschaulich darstellen können sowie dabei gleichzeitig mit rhetorischer Sicherheit überzeugend und professionell auftreten können.



**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

**Inhalt:**

Teil 1.

- Wechselspiel zwischen Siedlungsstruktur und Verkehr
- Verkehrsangebot, Verkehrsnachfrage und -auswirkungen
- Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Verkehr
- Erreichbarkeit
- Regionale Flächennutzungs- und Verkehrskonzepte
- Räumliche Planungsinstrumente
- Nahmobilität
- Mobilitätsmanagement, Verkehrsnachfragemanagement
- Einführung in Erreichbarkeitsmaßnahmen
- Planungsaspekte der Region München
- GIS-basierte Workshops

Teil 2.

- Einführung zum Verkehrsnachfragemanagement (Transportation Demand Management, TDM)
- Expert Inputs über ein bestimmtes Thema im Bezug zu TDM
- Working session: wissenschaftlichen Arbeiten richtig schreiben
- Working session: Team Aufbau, Definition von Ziele und Methode, Gliederungs des Papers und Zeitplan
- Studenten Vorträge

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, Wechselwirkungen zwischen Flächennutzung und Verkehrsnachfrage zu verstehen, Strategien zur Verkehrsnachfrage-steuerung zu bewerten und Konzepte für eine nachhaltige Verkehrsnachfragesteuerung zu schaffen.

Außerdem verstehen die Studierenden die Erreichbarkeitsmaßnahmen und deren Verwendbarkeit in der praktizierten Planung. Darüber hinaus erinnern sich die Teilnehmer über allgemeine Herausforderungen/Probleme in der praktizierten Planung, welche mit Hilfe der Erreichbarkeitsmaßnahmen beurteilt werden können.

Unter Berücksichtigung methodischer Aspekte sind die Studierenden fähig wissenschaftliche Literaturanalysen selbstständig durchzuführen und geeignete Literatur über das Thema zu erkennen.

Sie sind darauf vorbereitet in Gruppen komplexe Aufgabenstellungen zu bearbeiten, Lösungen für bestimmte Probleme zu entwickeln und schriftliche wissenschaftliche Beiträge vorzubereiten. Außerdem sind die Studierende in der Lage, der eigenen und dem anderen Arbeit durch Gruppendiskussionen zu evaluieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul umfasst Vorlesungen und ein Seminar. In der Vorlesung werden mit Unterstützung durch eine Powerpointpräsentation, bei der auch stets die Gelegenheit zur Diskussion gegeben ist, theoretische Sachverhalte erläutert. Teilweise werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet. Des Weiteren findet eine Exkursion statt, die die Zusammenhänge zwischen Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung vor Ort verdeutlicht. Zu einzelnen Themen werden Gastreferenten geladen.

Im Seminar wird ein bestimmtes Thema im Bezug zu „Transportation Demand Management“ durch Vorträge und Experten Inputs eingeführt. Eine oder mehrere Fallbeispiele wo es Potenzial für nachhaltige Mobilität gibt, werden präsentiert. Studierende sollen in Gruppen eine wissenschaftliche Literaturrecherche durchführen um mögliche Lösungen für gegebene Mobilitätsproblemen zu gestalten. Im Anschluss sollen die Ergebnisse ihrer Recherche durch einen Bericht und einen Vortrag präsentiert werden.

Hilfestellung zur Prüfungsvorbereitung wird auf freiwilliger Basis gegeben. Es wird eigenständige Arbeit in Form von Hausaufgaben (Erstellung eines Essays, Übungsaufgaben) möglich sein. Zur Semestermitte wird eine 30minütige Testklausur angeboten (zählt nicht zur Note dazu).

### **Medienform:**

Powerpoint-Präsentation, Handouts, Tafel, wissenschaftliche Aufsätze, Gastbeiträge. Kombination aus Vorlesung und Übung mit Bearbeitung von Beispielaufgaben im Hörsaal und in Heimarbeit, Exkursion mit Fachexperten, Gastreferenten.

### **Literatur:**

Vuchic, V. R. (1999). Transportation for livable cities. New Brunswick, N.J.: Center for Urban Policy Research.

### **Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de )

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Interactions of land-use and transport (Vorlesung, 2 SWS)

Wulfhorst G [L], Wulfhorst G, Kinigadner J, Jehle U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV580008: Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr | Modelling of Environmental Effects in Transportation [MoDEET]**

*Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur und einer wissenschaftlichen Ausarbeitung mit zugehöriger Präsentation. Die Klausur besteht aus theoretischen Fragen, Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Die wissenschaftliche Ausarbeitung wird in schriftlicher Form abgegeben und im Rahmen des Seminars präsentiert. Die Gewichtung der beiden Prüfungselemente in der Endnote ist jeweils 50%.

Die Studierenden beantworten im Rahmen der schriftlichen Klausur Verständnisfragen und zeigen, dass sie wichtigsten Umweltwirkungen des Verkehrs und die mit Verbundenen Grenzwerte und Normen kennen sowie Wirkungszusammenhänge zwischen Verkehr und verstehen sowie Ansätze zur ihrer Reduzierung kritisch analysieren können. Anhand wissenschaftlichen Ausarbeitung wird überprüft, inwieweit die Studierenden komplexere, raumbezogene Fragestellungen anhand eines selbst entwickelten Emissionsmodells mit ausgewählter Datenerhebung selbständig konzipieren und bearbeiten können. Anschließend wird in einer Präsentation nachgewiesen, ob die Studierenden ihre Analysen zur Wirkungsabschätzung von Emissionsreduzierenden Maßnahmen verständlich, präzise und anschaulich darstellen können sowie dabei gleichzeitig mit rhetorischer Sicherheit überzeugend und professionell auftreten können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

-

### **Inhalt:**

Teil 1 Verkehr und Umwelt (Vorlesung):

- Verkehr und Luftschadstoffe
- Emissionsstandards für Fahrzeuge
- Lärm
- Energieverbrauch
- Klimawandel
- Nachhaltiger Verkehr

Teil 2 Modellierung von Verkehrsbedingten Emissionen (Seminar):

- Emissionen aus mobilen Quellen
- Emissionsmodellierung mit Schwerpunkt auf ökologische und gesundheitliche Auswirkungen
- Erstellung eines vollständigen Emissionsmodells
- Feldarbeit zur Datenerhebung
- Datenanalyse und Interpretation
- Bewertung von Strategien zur Emissionsreduktion

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die wichtigsten umweltrelevanten Wirkungen des Verkehrs zu kennen
- die wichtigsten Emissionen des Verkehrs, ihre Entstehung und ihre Wirkung zu verstehen
- die gängigen Emissionsstandards für Fahrzeuge sowie ihre Messung zu kennen
- den Zusammenhang zwischen Schall und Lärm sowie die Gesundheitswirkungen von Lärm zu verstehen
- Ursachen und Wirkungen des globalen Klimawandels zu kennen
- Definitionen und Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrssystems zu kennen
- die Entwicklung und den Gebrauch von Emissionsverzeichnissen zu verstehen
- Methodiken der Emissionsabschätzung zu kennen und anzuwenden
- Verkehrsemissionen zu modellieren
- selbstständig Modelle zu entwickeln und die erforderlichen Daten zu erheben
- Strategien zur Emissionsminderung zu entwickeln und anhand von Modellabschätzungen zu bewerten
- die Ergebnisse ihrer Untersuchungen zu vermitteln (schriftlich und mündlich)

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus 2 Vorlesungen.

In einer Reihe von Präsentationen werden theoretischen Grundlagen zu Emissionen und ihren Wirkungszusammenhängen mit dem Verkehrswesen vermittelt, bei der auch stets die Gelegenheit zur Diskussion gegeben ist. Es werden Anschauungsmaterialien wie Bilder und Filme zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet. In Seminarveranstaltungen werden die theoretischen Grundlagen mit praktischen Sachverhalten erweitert und in Modellen zur Emissionsbewertung überführt. Durch Diskussionen über strategische Konzepte zur Emissionsreduzierung vertieft. Verschiedene Modellierungsansätze und Fallstudien werden bearbeitet und kritisch bewertet.

**Medienform:**

Präsentation, Tafelanschrieb

**Literatur:**

- CO2 Emissions from fuel combustion. Highlights. International Energy Agency 2011
- Energy technology perspectives. Scenarios and strategies in 2050. International Energy Agency 2010
- CO2-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotentiale. Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt 2010.
- Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030 (TREMOT, Version 5). IFEU 2010
- Air Quality Management. Sustainable Transport: a sourcebook for policy-makers in Developing cities, Module 5a, revised April 2004, GTZ GmbH;
- Reducing Air Pollution from Urban Transport Companion. Ken Gwilliam, Masami Kojima, June 2005,
- THE WORLD BANK; Air Quality Guidelines Global Update 2005. World Health Organization 2006, ISBN 9289021926

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Verkehr und Umwelt (Vorlesung, 2 SWS)

Bogenberger K [L], Tsakarestos A ( Tilg G )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## BGU52016: Evaluation von Verkehrsprojekten und -programmen | Evaluation of Transport Projects and Policies

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Während des Semesters ist von den Studierenden eine Hausaufgabe (Gruppenarbeit) vorzulegen, die 20% der Modulnote ausmacht. Eine schriftliche Prüfung am Ende des Semesters entspricht 80% der erforderlichen Leistung. Die Fragen der Prüfung basieren auf der Literatur und zentralen Schriftstücken, auf die während der Vorlesung hingewiesen wird.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Interactions of Land-Use and Transport (ILUT)

### Inhalt:

1. Begründung von öffentlicher Entscheidungswahl
  - a. Unterschied zwischen öffentlicher und privater Entscheidung bzgl. Investitionen
  - b. Wohlstandswirtschaft, Grundlage von Investitionen
2. Externe Kosten und Bilanzierung von Verkehr
  - a. Bewertung von Zeitkosten im Verkehr
  - b. Bewertung des Beitrags des Verkehrs zum Klimawandel
  - c. Bewertung lokaler Emissionen

d. Bewertung von Sicherheitsrisiken im Verkehr

3. Einflussevaluierung und evidenzbasierte Strategie

4. Jenseits des unabhängigen Planers: Strategieprozess und Evaluierung

- a. Brauchen wir eine Ethik des Planens?
- b. Öffentliche Wahlkritik an der Wohlfahrtswirtschaft
- c. Transaktionskosten der Politik und Verkehrsstrategie
- d. Interessensgruppen und öffentliche Investitionsentscheidungen
- e. Bürokratie und öffentliche Entscheidungswahl

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden dazu in der Lage:

- die normative Grundlage der ex ante Evaluierung für öffentliche Entscheidungswahl zu verstehen,
- zu beurteilen, wie man Strategieziele den Planungswerkzeugen zuordnet,
- das Potential von ex post Evaluierungen für die Entscheidungswahl zu beurteilen,
- die Hauptwechselwirkungen zwischen Strategieprozessen und öffentlicher Entscheidungswahl zu untersuchen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Video-Tutorien. Zusätzlich ist von den Studenten ein schriftliches Exposé zu einem der Themen der Vorlesung abzugeben. Es wird zwei Vorlesungstage geben. Am Semesterende findet eine schriftliche Prüfung statt.

**Medienform:**

Präsentationen, Auszüge relevanter Literatur

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU52020: Erreichbarkeitsplanung | Accessibility Planning [BGU52020]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Teilnehmer werden zum Ende des Semesters einen Abschlussbericht abgeben sowie Abschlusspräsentationen halten. Dementsprechend ist die Prüfungsart ein Bericht. Mit dem Bericht soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden selbstständig Theorien und Konzepte der Erreichbarkeitsplanung in einer schriftlichen Ausarbeitung in selbstgewählten Untersuchungsgebieten anwenden können. Durch die Präsentation wird geprüft ob die Studierenden in der Lage sind Ihren Standpunkt vor einem Fachpublikum verständlich wiederzugeben und zu vertreten. Der schriftliche Teil und die Präsentation werden mit jeweils 50% gewichtet.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Der Inhalt des Moduls zielt darauf ab, den Studierenden einen Überblick über die Konzepte und Theorien sowie Werkzeuge und Methoden zu geben, die der nachhaltigen Erreichbarkeitsplanung zur Verfügung stehen. Folgende Bereiche werden behandelt:

- Klassische Theorien und Konzepte der Stadt- und Verkehrsplanung
- Zusammenspiel der Siedlungs- und Verkehrsplanung
- Erreichbarkeitsindikatoren und -tools (PSS)



- Erreichbarkeitsplanung
- Regionale governance und Policy-Making

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Seminars werden die Teilnehmer die Methodik erworben haben, wissenschaftliches Arbeiten anhand von Präsentationen und eigenständiger Literaturrecherche zu erlernen. Die Teilnehmer werden in der Lage sein, eine Reihe von Konzepten und Theorien bezüglich Erreichbarkeitsplanung (Verknüpfung von Stadt- und Verkehrsplanung) einzuordnen und miteinander in Bezug zu setzen. Eigene kritische Schlussfolgerungen bezüglich weiteren Forschungsbedarf werden von den Teilnehmern formuliert. Zudem erlangen die Studierenden die Kompetenz eigenen Standpunkte zu präsentieren und zu diskutieren/verteidigen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung (Präsentationsfolien), Gastvorträge, Diskussion, Literaturrecherche, Seminararbeit; Vorträge mit durchgängiger Diskussion erläutern interaktiv die thematischen Grundlagen für die Studenten. Zur weiteren Verdeutlichung werden hoch angesehene internationale Wissenschaftler für Gastvorträge eingeladen. Eigenständige Literaturrecherche vertieft das Wissen im Bereich der Erreichbarkeitsplanung und lässt weiteren Forschungsbedarf für innovative Ideen seitens der Studenten erkennen. Interaktive und dynamische Diskussionsrunden fördern das gegenseitige Lernen.

### **Medienform:**

Präsentationsfolien (PPT), Whiteboard, Literatur, Lesungen

### **Literatur:**

Geurs, K., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140.

Papa, E., Silva, C., Te Brömmelstroet, M., & Hull, A. (2016). Accessibility instruments for planning practice: a review of European experiences. *Journal of Transport and Land Use*, 57-75.

te Brömmelstroet, M. C. G., Silva, C., & Bertolini, L. (2014). COST Action TU1002- Assessing usability of accessibility instruments. COST.

te Brömmelstroet, M., Skou Nicolaisen, M., Büttner, B., & Ferreira, A. (2017). Experiences with transportation models: An international survey of planning practices. *Transport Policy*, 58, 10-18.

**Modulverantwortliche(r):**

Benjamin Büttner [benjamin.buettner@tum.de](mailto:benjamin.buettner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Accessibility Planning (Seminar, 2 SWS)

Büttner B [L], Büttner B, Nichols A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68001: Räumliche Modellierung: Hilfsmittel zur Evaluierung von Planungsstrategien | Spatial Modelling: Tools to Evaluate Planning Strategies [Räumliche Modellierung]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung erfolgt in schriftlicher Form (wissenschaftliche Ausarbeitung). Studierende werden einen Aufgabenbogen erhalten, der in schriftlicher Form beantwortet werden muss. Zur Erfüllung der Aufgaben müssen Berechnung in Excel durchgeführt werden. Ergebnisse und Rechengänge sollen in der Hausarbeit beschrieben werden. In der Prüfung werden Studierende zeigen, dass sie die Grundzüge der Verkehrsmodellierung verstanden und anwenden können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Transport Planning Models (240744419) by Gebhard Wulforth and Chenyi Ji

Interactions of land-use and transport (240778760) by Gebhard Wulforth and Benjamin Büttner

#### **Inhalt:**

Students in this class learn about the concept, theory and application of urban models, including travel demand, land-use and environmental impact modelling. Such mathematical models are used to analyse infrastructure investments, policies and global trends before they happen in reality. Data necessary to develop such models are reviewed. Students are assigned to build spreadsheet models and analyse the impact of urban policies or projects. Such applications of models will show the power and limitations of these tools. The class is organized in five major topics:

- Introduction: Why are models relevant, what can be modeled, and what are the limitations of spatial models; relevance of interactions between transportation, land use and the environment

- Travel Demand Models: Four steps of traditional travel demand models, activity-based travel demand models, population synthesis, mode choice models, assignment methodologies, freight models, survey data analysis, model estimation/calibration/validation
  - Land use models: discrete choice and bid-rent approaches, aggregate models and microscopic models, population and employment models
  - Environmental impact models: Estimation of gaseous emissions and noise
- Risk and uncertainty: Limitations of spatial modeling

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, verschiedene räumliche Modellansätze zu verstehen und die Aussagekraft dieser Ansätze zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Seminar, Presentation und Hausarbeit

### **Medienform:**

Folien und Arbeitsbogen für Hausarbeit.

### **Literatur:**

- Koppelman, Frank S. 1983. "Predicting Transit Ridership in Response to Transit Service Changes." Journal of Transportation Engineering 109 (4):548-564.
- Koppelman, Frank S., and Chandra Bhat. 2006. A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models. Washington D.C.: U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration.
- Ortúzar, Juan de Dios, and Luis G. Willumsen. 2011. Modelling Transport. 4th ed. Chichester: John Wiley & Sons.
- Stephens-Davidowitz, Seth. 2014. "The cost of racial animus on a black candidate: Evidence using Google search data." Journal of Public Economics 118:26-40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.04.010>.
- Wegener, Michael. 2014. "Land-Use Transport Interaction Models." In Handbook of Regional Science, edited by Michael Fischer and Peter Nijkamp, 741-758. Berlin, Heidelberg: Springer.

### **Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Spatial Modelling: Tools to evaluate planning strategies (Vorlesung, 3 SWS)

Moeckel R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68008: Angewandte Verkehrsmodelle | Applied Transport Models** [Angewandte Verkehrsmodellierung]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Single take-home exam

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Land Use and Transportation Modelling (BV520008) or comparable basics in transport modelling

#### **Inhalt:**

This module will cover the following topics:

- Conducting travel survey
- Preparing transport network data
- Estimating model input parameters
- Modeling travel demand
- Extending the capabilities of modeling software with scripts
- Basic object-oriented programming in Java
- Microscopic agent-based models
- Generation of transport networks from open source data
- Generation of activity-based demand
- Implementation of simple example scenarios
- Implementation and simulation of large-scale scenarios

**Lernergebnisse:**

Upon completion of the course, students will be able to apply a macroscopic transport model (using the VISUM software) and a mesoscopic transport model (using the MATSim software) to model travel demand to support transport planning. Students will understand how models are set up from scratch and be able to run scenario analyses.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Teaching methods are a combination of teaching the model concepts and hand-on model application. Students will complete real-world tasks in groups with the support of the instructor. Students will create networks and travel demand and assign traffic flows in applied problem sets.

**Medienform:**

- PowerPoint Presentations
- PTV VISUM Transport modeling software
- MATSim (Multi-Agent Transport Simulation)
- JOSM (Java OpenStreetMap Editor)
- Senozon Via (free or educational license, MATSim visualization tool)

**Literatur:**

- A. Horni, K. Nagel, K.W. Axhausen (Eds.), The Multi-- Ortúzar, J. de D., and Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport (4th ed.). Chichester: John Wiley & Sons.
- Cambridge Sytematics Inc. (2010). Travel Model Validation and Reasonableness Checking Manual Second Edition.
- PTV AG (2016). PTV VISUM 16 Manual.
- Agent Transport Simulation MATSim, Ubiquity, London, 2016. URL <http://matsim.org/the-book>
- Sierra K., Bates B., Head First Java, O'Reilly & Associates Inc, Sebastopol, 2005.

**Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68011: Konzepte und Operationsmodelle für neue Mobilitätslösungen in gemischtgenutzten Siedlungsentwicklungen | Service Concepts and Operation Models for New Mobility Solutions for Mixed-Use Residential Developments [Angebotskonzepte und Umsetzungsmodelle]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

One report must be submitted at the end of the semester (80%). Students need to show that they understood the range of mobility concepts that could be implemented at a mixed-use residential development and develop one from the perspective of one stakeholder (real estate developer, mobility service provider, resident, etc.). Special focus will be given to shared mobility services as a complement of public transport and non-motorized modes. Students must demonstrate that they are able to discuss different case-based perspectives on integrated mobility planning and mixed-use residential development and apply them to actual new real estate development projects. The written report will be complemented by a short 10-minute presentation (20%), through which the student will demonstrate their ability to present their main findings and communicate to an audience in the form of a mock client pitch.

The final grade is composed of the grade of the report (80%) and the presentation (20%).

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Transport Sociology and Psychology (Course number 240834759)

### **Inhalt:**

The aim of this course is to introduce students to mobility concepts that could be required in mixed-use residential developments.

The first half of this course aims to provide students with an overview and critical discussion of current and future urban and district planning best practice and the relevance of transport and mobility planning for district developments and building structures. The initial sessions will introduce the students to how to quantify and qualify user types and user demands through urban and socio/cultural-demographic analysis as well as trip assessments. Basic principles of user centered design, user mapping, formal and informal mobility mapping will be presented. The module offers the theoretical basis and tools for the development and realization of new approaches and methods towards integrated urban planning. Real case studies will be presented and discussed. The case studies will be selected from international research literature. The discussion will cover the perspectives of different stakeholders (real-estate developer, mobility service provider, resident, city urban planners, etc.).

In the second half of the course, the focus turns on the students, who will apply the gained knowledge to design integrated mobility service solutions. Through cost estimates, analysis of the specific regulatory and stakeholder framework and basic business modeling, the students learn how to conceptualize operative models and specify integrated service packages that add value to the end user and also the real estate developer. This is usually achieved through space gains (less parking) and financial gains (less car dependency).

### **Lernergebnisse:**

After completion of the course, the students understand the methodological basis for the development of mobility concepts for mixed-use residential developments. The students will apply familiar and new interdisciplinary assessment tools and methods from transport planning to problem solving and business modelling in urban planning.

The aim of this course enable the students to design with the principals of transport planning and create integrated, user centered mobility solutions. Students will learn the skill sets necessary to consult potential clients on the benefits of shared mobility solutions, economic implications and operative risks.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course is based around weekly interactive seminars. The course will apply different teaching methods from traditional lectures to discussions, group work, desktop research, in-class exercises, and presentation skill training. Students are expected to come prepared and engage actively throughout the semester.

In the first half, the lecturer will present the students literature and case studies, followed by discussion between students. Discussions will be facilitated by short PowerPoint presentations with key aspects, structured questionnaires and group work on some examples.

In the second half, the students will perform group work in teams to develop a mobility concept for a real-life large scale mixed use development. The project – in its early planning stage – is set in an urban/ peripheral location with substantial mobility and transportation demands. Each team will assume the perspective of a different stakeholder, and therefore a unique focus area (i.e. business plan, spatial planning, user segmentation etc.). The lecturer will supervise the students and discuss



their intermediate results in the weekly interactive seminars. The outcome of the exercise is the development of different mobility concepts with different focus areas. At the end of the course, students will present their concepts in form of a mock client pitch.

### **Medienform:**

Various reading materials and handouts, scientific articles, planning documents and websites. PowerPoint presentations, whiteboard and exercise sheets may be used in sessions.

### **Literatur:**

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. (2016). Urban Mobility. Strategies for Liveable Cities.

Bormann, R., Gross, M., Holzapfel, H., Luehmann, K., Schwedes, O. (2017). Shaping urban change and promoting sustainable mobility. Friedrich-Ebert-Stiftung ISBN 978-3-95861-952-4.

Eleftheriou, V., Knieling, J. (2017). The urban project HafenCity. Today's Urban and Traffic profile of the area. Executive summary of methodology and traffic research conducted in the region. Transportation Research Procedia 24, 73-80.

Meurs, H.J., van Wee G.P. (2003). Land Use and Mobility: a Synthesis of Findings and Policy Implications. European Journal of Transport and Infrastructure Research 3(2), 219-233.

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. Transport Policy 15(2), 73-80.

Bridge, G., Butler, T., Less, L. (2012). Mixed Communities: Gentrification by Stealth? Policy Press, 372 pp.

Jarass, J., Heinrichs, D. (2014). New Urban Living and Mobility. Transportation Research Procedia 1(1), 142-153.

Cirianni, F.M.M., Leonardi, G. (2006). Analysis of transport modes in the urban environment: an application for a sustainable mobility system. WIT Transactions on Ecology and the Environment 93, 637-645.

Circella, G., F. Alemi, K. Tiedeman, S. Handy and P. Mokhtarian (2018). The Adoption of Shared Mobility in California and Its Relationship with Other Components of Travel Behavior Report, National Center for Sustainable Transportation, United States  
<http://www.urban-transport-roadmaps.eu/>

### **Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Service concepts and operation models for new mobility solutions for mixed-use residential developments (Vorlesung, 3 SWS)

Moeckel R [L], Moreno Chou A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU70002: Multimodaler und intermodaler Güterverkehr | Multimodal and Intermodal Freight Transport [Multimodaler und intermodaler Güterverkehr]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studien- und Prüfungsvoraussetzungen basieren auf einem strukturierten Semesterprojekt, in dem die Studierenden die TransCAD-Software für die Entwicklung eines Gravitationsmodells zur Vorhersage von Frachtströmen auf nationaler Ebene nutzen werden. Für die Projektdurchführung werden eine Reihe von Aufgaben benötigt (Datenerfassung, Bewertung und Analyse, Modellentwicklung, Modellkalibrierung, Zusammenfassung der Modellausgänge). Die Prüfung wird mit einer persönlichen Präsentation durchgeführt, in der jeder Studierende die Semesterprojektarbeit vorstellt (Dauer der Präsentation: 25 min, gefolgt von 15 Minuten Fragen und Antworten). Die Präsentation wird von jedem Teilnehmer eigenständig erstellt und präsentiert. Die Bewertung erfolgt für jeden Studierenden individuell (auch wenn einige Aufgaben des Projekts in kleinen Gruppen durchgeführt werden können). So zeigen die Studierenden, dass sie die präsentierten intermodalen Frachtkonzepte verstanden haben und unabhängig voneinander ein Frachtmodell entwickeln können, das sowohl die Nachfrage- als auch die Angebotsseite mit modernster Software und Daten umfasst.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

### **Inhalt:**

Der Inhalt des Moduls ist in zwei Themenbereiche unterteilt, die sich mit den grundlegenden Modellen des Güterverkehrs und der Logistik sowie mit den wichtigsten Technologien und Geräte zur Unterstützung des multimodalen und intermodalen Güterverkehrs beschäftigen.

#### Grundlagen des Güterverkehrs und der Logistik

- Einführung in den Güterverkehr und das Supply Chain Management
- Frachtversorgungsmodelle
- Frachtmodelle
- Stadtlogistikmodelle

#### Multimodaler und intermodaler Güterverkehr

- Ladeeinheiten und intermodale Transporteinheiten
- Straßengüterverkehr
- Schienenverkehr
- Seeverkehr
- Containertransport
- Behälterklemmen
- IKT und PCS (Port Community Systems)

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss dieses Moduls können die Studierenden den Bedarf im Bereich Güterverkehr auf regionaler und nationaler Ebene abschätzen, gängige Frachtnachfrage- und Angebotsmodelle nutzen und die multimodalen und intermodalen Anforderungen für die Erfüllung dieser Nachfrage einschließlich der technologischen Optionen für jeden angeben Modus spezifizieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung (Präsentationsfolien und Whiteboard-Ausarbeitung), Lesungen, Projektarbeit. Vorträge und Whiteboard-Demonstrationen zeigen die Bedeutung und Funktion der verschiedenen Bauteile für Studenten. Zur weiteren Klärung werden reale Beispiele für intermodale Frachtsysteme vorgestellt. Die Projektarbeit wird die Teamarbeit (die Identifikation der Datenquellen und die Einrichtung der Modelle in der TransCAD-Software) und die individuelle Arbeit (Abschlussbericht und Präsentation) kombinieren. Die Betreuung des zu erstellenden Projektes umfasst vordefinierte feste Meilensteine, um den reibungslosen Fortschritt zu gewährleisten.

### **Medienform:**

Präsentationsfolien, Whiteboard, Lesungen

**Literatur:**

Geeignete Forschungspublikationen werden den Teilnehmern, ergänzend zu den Vorlesungsfolien und andere Materialien, zur Verfügung gestellt.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou (c.antoniou@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou (c.antoniou@tum.de)

Emmanouil Chaniotakis (m.chaniotakis@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU70004: Diskrete Wahlmethoden für Verkehrssystemanalyse | Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis**

*Discrete Choice Methoden für Verkehrssystemanalysen*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Bei der Prüfung handelt es sich um Übungsleistungen. Diese besteht aus dem schriftlichen Lösen von 3 individuellen Hausaufgaben. Hiermit wird geprüft, ob die Studierenden die in den Vorlesungen präsentierten Konzepte verstanden haben und in der Lage sind, diskrete Entscheidungsmodelle mit frei verfügbarer Software (wie z. B. pythonbiogeme und R) zu spezifizieren und abzuschätzen. Jede Übungsaufgabe wird konzeptionell eigenständig sein, d.h. wird ein oder mehrere damit zusammenhängende Fragen/ Probleme beinhalten. Damit sollen die Studierenden zeigen, dass sie die Modelle und ihre Einsatzmöglichkeiten vielseitig verstanden haben. Jede Aufgabe wird einzeln bewertet. Die Endnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt dieser Bewertungen. Die Gewichtung jedes Problems wird auf der Aufgabenstellung jeder Hausaufgabe angezeigt.

Dieses Modul richtet sich auch an die Teilnehmer\*innen des TUM Skills Excellence Program. Für die Teilnehmer\*innen dieses Programms stehen 20 Plätze zur Verfügung.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

--

**Inhalt:**

Das Modul vermittelt den Teilnehmern einen Überblick über die Werkzeuge und Methoden, die verfügbar sind, um diskrete Wahlmodelle für die Transportsystemanalyse festzulegen und abzuschätzen. Folgende Schlüsselbereiche werden abgedeckt:

- Mathematische Modellierung des Verhaltens
- Logit und probit Modelle
- Modellschätzung und Spezifikationstests
- Modellspezifikation
- Experimentelle Gestaltung und Datenerfassung
- Mischungen / Simulationsbasierte Schätzung
- Latent-Klasse und Hybrid-Modelle
- Panel-Daten und Modelle
- Prognose und Aggregation
- Bayesische Verfahren

**Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden eine solide Kenntnis der theoretischen Grundlagen der Entscheidungsmodellierung erworben und sind in der Lage, eine breite Palette von diskreten Entscheidungsmodellen, wie Logit, Probit, Nested Logit, Mixed Logit, Latent Class Models, zu spezifizieren, ihre Einsatzmöglichkeiten abzuschätzen und ihre Ergebnisse zu interpretieren. Sie sind in der Lage Daten aus Revealed preference und Stated Preference - Erhebungen zu erstellen sowie, die dazugehörigen Untersuchungen einschl. der Fragebögen zu entwerfen. Die Studierenden sind zusätzlich in der Lage, verfügbare Software-Tools wie pythonbiogeme und R anzuwenden um die Modelle zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Format: Vorlesung mit integrierten Übungen.

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der verschiedenen Modellbausteine zur diskreten Entscheidungsmodellierung, der dazugehörigen Untersuchungsmethoden sowie der Erhebungsdaten als Powerpoint-Vortrag, unterstützt durch Bilder, ggf. Filmen und Diskussionen vermittelt. Dadurch können die Studierenden direkt von der Forschungserfahrung des Dozenten profitieren: Berechnungsbeispiele aus praxisnahen Untersuchungen und Modellen vermitteln die quantitativen Methoden zur Datenanalyse und Modellierung der diskreten Entscheidungsmethoden sowie die Berechnung und Interpretation von Modellergebnissen.

**Medienform:**

Präsentationsfolien, Whiteboard, Lesungen

**Literatur:**

Train, Kenneth E. Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press, 2009.  
Ben-Akiva, Moshe E., and Steven R. Lerman. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. Vol. 9. MIT Press, 1985.

Louviere, Jordan J., David A. Hensher, and Joffre D. Swait. Stated choice methods: analysis and applications. Cambridge University Press, 2000.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Antoniou C [L], Antoniou C, Ma T, Rothfeld R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU70005: Transportökonomie | Transportation Economics [Transportökonomie]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung ist eine Projektarbeit (Gruppenprojekt)

Im Rahmen der Projektarbeit wird anhand einer realistischen Aufgabenstellung aus dem Bereich der ökonomischen Bewertung von Verkehrssystemen (z.B. City-Maut, Infrastrukturinvestitionen, Sharing-Konzepte) überprüft, ob die Studierenden die Eignung der verschiedenen in der Vorlesung präsentierten Bewertungsmethoden für ihre Aufgabenstellung bewerten können und passende Methoden aussuchen können. Ferner zeigen sie, dass sie die ausgewählten Methoden auf das konkrete Beispiel richtig anwenden, quantitativ berechnen und die Ergebnisse zur Bewertung der Machbarkeit bzw. der Auswirkungen des Projekts verwenden können. Der Fortschritt des Projektes wird über eine Zwischenpräsentation geprüft. Am Ende wird die schriftliche Projektarbeit abgegeben, die zudem in einem Abschlussvortrag präsentiert wird. Die Note setzt sich wie folgt zusammen: Zwischenvortrag 15%, Abschlussvortrag 35%; schriftliche Projektarbeit 50%.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

--

#### Inhalt:

Das Modul vermittelt den Studierenden einen Überblick über die Werkzeuge und Methoden, die zur Bewertung von Transportsystemen aus ökonomischer Sicht zur Verfügung stehen. Folgende Schlüsselbereiche werden abgedeckt:

- Einführung in die Transportökonomie



- Nachfrage und Angebot
- Gleichgewicht
- Externe Interaktionen
- Projektbeurteilung
- Transportinvestitionen
- Preisgestaltung
- Frachtökonomie
- Sharing-Ökonomie

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die methodischen Grundlagen zur ökonomischen Bewertung von Verkehrssystemen und Infrastrukturinvestitionen. Sie sind in der Lage, die wichtigsten wirtschaftlichen Aspekte aus dem Bereich der Transportsysteme, Investitionen und Maßnahmen zu bewerten und Aussagen über ihre wirtschaftliche Machbarkeit zu treffen. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, eine Reihe von Kerntheorien der Verkehrsökonomie, wie der externen Kosten, der Grenzkosten, der Kosten/ Nutzen Betrachtungen, der Nachfrage-Versorgung Interaktionen und Elastizitäten auf praktische Aufgabenstellungen anzuwenden und die Ergebnisse dieser Anwendungen für reelle Transport-Projekte zu interpretieren und zu Empfehlungen auszuarbeiten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Format: Vorlesung mit integrierten Übungen;

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der verschiedenen Modellbausteine zur ökonomischen Bewertung von Verkehrssystemen, ihre Einsatzmöglichkeiten- und Grenzen sowie ihre datentechnischen Voraussetzungen, unterstützt durch Bilder, ggf. Filme und Diskussionen vermittelt. Berechnungsbeispiele aus praxisnahen Untersuchungen und Modellen sowie die parallel laufende Bearbeitung einer Projektarbeit vermitteln die quantitativen Methoden zur Berechnung der verschiedenen Methoden und zur Interpretation der Berechnungsergebnisse in Hinblick auf Machbarkeit bzw. ökonomischer Wirkung von Projekten und Maßnahmen.

### **Medienform:**

Präsentationsfolien, Whiteboard, Lesungen

### **Literatur:**

Small, Kenneth. Urban transportation economics. Vol. 4. Taylor & Francis, 2013.

Button, Kenneth. Transport economics. Edward Elgar Publishing, 2010.

Gómez-Ibáñez, José A., William B. Tye, and Clifford Winston, eds. Essays in transportation economics and policy: a handbook in honor of John R. Meyer. Brookings Institution Press, 2011.

### **Modulverantwortliche(r):**

Constantinos Antoniou c.antoniou@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Transportation Economics (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Antoniou C [L], Antoniou C, Ezzati Amini R, Rothfeld R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV210013: Stadt- und Regionalplanung | Urban und Regional Planning [SRP]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The 10-page report should have 4 sections. Each section must be related to one of the themes discussed in the class. The student must demonstrate with each section that they have gained knowledge of the reading material and discussions surrounding a particular topic in urban and regional planning. They must show that they are able to discuss different theoretical and case-based perspectives on urban and regional planning, and that they are able to reflect upon their own learning and position in these debates. The report must present the student's acquired knowledge on urban and regional planning in a structured way, and demonstrate their ability to analyse cases of urban and regional planning. Overall, the report should demonstrate that the student has understood essential aspects of urban and regional planning in theory and practice, and is able to present this knowledge in writing.

The written report will be complemented by a short 10-minute presentation (20%), through which the student will demonstrate their ability to communicate scholarly work to an audience, by presenting their main academic reflections on urban and regional planning to the class.

The final grade is a summation of grade from the report (80%) and the presentation (20%).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

**Inhalt:**

The aim of this course is to introduce students to key themes and debates in urban and regional planning. The course takes a generally critical and reflective approach, asking 'why' urban and regional planning is practised in certain ways, and encouraging critical discussion of contemporary planning cases. The course briefly introduces urban and regional planning, discussing the origins and aims of planning, and developments in planning theory. The initial sessions will introduce questions about the changing roles of plans, form, processes and people in urban and regional planning, and the different perspectives these focus areas provide on the city. After this section of the course, the focus turns to a number of contemporary topics, which will be presented and discussed with case studies of different cities from around the world. These sessions will address questions such as the aims of planning and planning processes in different contexts, the role of identity in planning, and technology and planning. The cases used for discussion in the course will be drawn from an international research literature.

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of this course, students are able to:

- Understand the foundation(s) and differing aims of urban and regional planning
- Explain key perspectives in urban and regional planning
- Apply key theories to case studies of urban and regional planning
- Analyse cases of urban and regional planning
- Critically discuss international literature on urban and regional planning
- Communicate knowledge about urban and regional planning orally and in text.
- Critically reflect on current developments and trends in urban and regional planning
- Reflect upon their own position in debates on urban and regional planning.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The course is based around weekly interactive seminars, during which literature and case studies from urban and regional planning practice will be discussed. The lecturer will facilitate discussion between students through questions and group work, and short PowerPoint presentations with key points. Students are required to read and prepare for all the sessions, and to take an active part in class discussions. If for whatever reason you are not able to read and prepare for the sessions and actively participate in the seminars, signing up for this class is not recommended!

**Medienform:**

Various reading materials, including books, scientific articles, planning documents and websites. PowerPoint, whiteboard and exercise sheets may be used in sessions.

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Helen Carter (helen.carter@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV400009: Bodenordnung und Bodenpolitik | Land Management and Land Policy

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Bewertungsmethode ist die Projektbewertung. Die Studierenden müssen eine Gruppenarbeit präsentieren, die während der gesamten Modulperiode (1 Stunde pro Woche) zu einem Thema aus dem Bereich La

ndmanagement und Landpolitik durchgeführt wird. Das Thema wird den Studierenden zu gegebener Zeit mitgeteilt. Durch Präsentationen sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, bestimmte Fallstudienprojekte zu untersuchen. Dazu gehören, je nach Thema, die Ziele der Projekte, die theoretische und konzeptuelle Idee des Projekts und die durchgeführten Umsetzungsmaßnahmen. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Ergebnisse analysieren und bewerten sowie Schlussfolgerungen entwickeln und ableiten. Die Gruppenarbeit wird in Form einer 10-minütigen PowerPoint-Präsentation präsentiert, mit der die wissenschaftliche Qualität, der Umfang und die Angemessenheit im Hinblick auf das zugewiesene Thema überprüft wird. Darüber hinaus wird auf die Einhaltung aller Formalitäten (Referenzierung, Sprachgebrauch etc.) geachtet. An die Präsentation schließt sich eine Fragerunde von 10 Minuten an. Alle Studierenden verfassen außerdem einen individuellen Bericht. Die Endnote basiert sowohl auf der Gruppenarbeit als auch auf der Einzelarbeit (50/50).

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

**Inhalt:**

i. Einführung

Einige grundlegende Fakten und Daten zu globalen Trends, einschließlich Bevölkerungswachstum, Verteilung der natürlichen Ressourcen, Wohlstand und Armut, Einkommen und Bevölkerung, Verbrauchs- und Produktionsschemata, werden als Grundlage für weitere Diskussionen bereitgestellt. Verschiedene Definitionen, Konzepte, Messungen und Indikatoren globaler Landprobleme werden vorgestellt und diskutiert.

ii. Landpolitik und Land Governance für eine nachhaltige Entwicklung

Die Studierenden verstehen die Konzepte des Land-Tenure-Systems und der Tenure-Sicherheit. Darüber hinaus lernen sie die Bedeutung einer umfassenden Landpolitik und einer guten Landverwaltung als Grundlage für Armutsbekämpfung, nachhaltiges Ressourcenmanagement und Wirtschaftswachstum kennen. Sie werden in die folgenden wesentlichen Elemente einer kohärenten Landpolitik eingeführt:

- Einsatz von demokratischen Regeln, Rechts- und Strafverfolgungsvorschriften, Partizipation und Transparenz zur Kontrolle der Macht und damit zur Vermeidung von landbedingter Korruption, Landkonzentration und Landraub.
- Vermittlung einer Vision des gewünschten Entwicklungspfad.
- Konzentration auf einen evolutionären Veränderungsprozess, der soziale Umwälzungen und Revolutionen ersetzt, einschließlich eines intensiven Dialogs zwischen Regierung und Bürgern und eines Dialogs innerhalb der Zivilgesellschaft.

iii. Grundbuch- und Katastersystem

In der Vorlesung lernen die Studierenden grundlegende Konzepte des Grundbuch- und Katastersystems kennen. Sie werden verschiedene Länderfallstudien diskutieren und verschiedene Kataster- und Registrierungssysteme in der Welt vergleichen und sie werden mit den allgemeinen Merkmalen dieser Systeme vertraut sein.

iv. Fragen der ländlichen Entwicklung

Begrenzte Möglichkeiten, unangemessene Vermögenswerte und Fähigkeiten, institutionelle Mängel und unausgewogene Machtstrukturen werden als Hauptursachen für die Massenarmut in ländlichen Gebieten identifiziert. Die strategischen Dimensionen und die Leitprinzipien der ländlichen Entwicklung werden vorgestellt und diskutiert, da es die wirtschaftliche, soziale, politische und ökologische Dimension gibt. Darüber hinaus lernen die Studierenden die Prinzipien der ländlichen Flurbereinigung sowie die Prinzipien der Dorferneuerung kennen.

v. Regional- und Stadtentwicklungsfragen

Eine positive regionale und städtische Entwicklung hat zum Ziel, nachhaltige Städte, Gemeinden und Landschaften zu fördern, die das Entwicklungsversprechen ihrer Bewohner erfüllen, insbesondere indem sie das Leben der Armen verbessern und die Gerechtigkeit fördern und gleichzeitig zum Fortschritt des Landes beitragen ein ganzes. Darüber hinaus befassen sich die Lektionen zur Regional- und Stadtentwicklung mit Themen wie Wohnen und Stadterneuerung. Neben allgemeinen Theorien sind die Studierenden mit regionalen und städtebaulichen Praktiken in der EU, in Deutschland und in München vertraut.

### **Lernergebnisse:**

Nach diesem Modul können die Studierenden die Potenziale und Grenzen verschiedener internationaler Gesetze, die von der internationalen Gemeinschaft zum Schutz von Land und anderen natürlichen Ressourcen ratifiziert wurden, diskutieren und erkennen, um deren Nutzung zu regulieren und einen gerechten Zugang zu diesen zu gewährleisten. Die Studierenden schätzen auch internationale Rahmenbedingungen für Landmanagement und Landbesitz und sind in der Lage, Themen im Zusammenhang mit Landmanagement und Landbesitz im Einklang mit globalen und lokalen Kontexten zu analysieren. Die Teilnehmer verstehen auch die Prinzipien der Grundbucheintragung und mit verschiedenen Arten von Kataster und Grundbuch. Darüber hinaus sind die Studierenden mit verschiedenen Umsetzungsaspekten des Landmanagements vertraut.

Die Studierenden sind sowohl mit der Entwicklungstheorie als auch mit der Entwicklungspolitik vertraut und kennen die Grundprinzipien und aktuellen Trends auf diesem Gebiet. Sie sind auch in der Lage, theoretische und politische Ansätze sowie deren Vor- und Nachteile kritisch zu diskutieren. Über die allgemeine Theorie hinaus sind die Studierenden mit konkreten Konzepten für die Stadt- und Landentwicklung und verschiedenen Ansätzen wie Dorferneuerung und Flurbereinigung vertraut.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung und Seminar werden als Unterrichtsform gehalten. Die Unterrichtsmethode umfasst Präsentationen, Einzel- und Gruppenarbeiten sowie Fallstudien. Durch festgelegte Methoden können die Studierenden das Landmanagement und die landespolitischen Rahmenbedingungen in verschiedenen Ländern verstehen. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Fälle in Bezug auf Theorien und deren Praxis im Feld zu analysieren.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

Während der Sitzungen wird eine Sammlung relevanter und aktueller / aktueller Artikel und Hintergrund-Lesematerialien verteilt. Darüber hinaus müssen die Studierenden eigene Hintergrundmaterialien sowohl für die Gruppenarbeit als auch für die Einzelarbeit finden

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Uchendu Eugene Chigbu



**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Land Policy and Land Governance (Vorlesung, 2 SWS)

de Vries W [L], Duran Diaz P, Lee C

Environmental Planning and Land Management - Seminar (Seminar, 2 SWS)

Duran Diaz P [L], Duran Diaz P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV520008: Modellierung von Siedlungsstruktur und Verkehr | Land Use and Transportation Modelling

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweimestrig      | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Form dieser Modulprüfung ist eine schriftliche Prüfung mit der Dauer von 120 Minuten..

Ziel ist es, zu prüfen, ob die Studierenden in der Lage sind in begrenzter Zeit für vorgegebene theoretischen und praktischen Aufgaben: Möglichkeiten und Grenzen der Modelle zu analysieren; Modellierung des 4-Stufen Modells zu bewerten; Modellierung des Verkehrsangebots und 4-Stufen Modells in VISUM Software anzuwenden; die komplexen Zusammenhänge zwischen Transportbereitstellung, langfristiger Mobilitätsentscheidungen, Alltagsaktivitäten, Verkehrserzeugung, Betriebs- und Zielpunktentscheidungen, sowie Verkehrsvolumen in der realen Welt zu verstehen und die Herausforderung diese Zusammenhänge in ein entsprechendes Modell umzusetzen (als eine Funktion der Zielvorgaben); die Anwendungsfelder und die Grenzen des klassischen fortlaufenden Verkehrsnachfragemodells zu bewerten; die Erreichbarkeitsmodellen zu entwickeln; die grundlegenden Prinzipien von aktivitätsbasiertem Modellieren, ausgewählter Siedlungsstruktur- und Verkehrsmodellen, Systemdenken, sowie Modellen der Systemdynamik zu verstehen; die Brauchbarkeit verschiedener Vorgehen zur Modellierung zu beurteilen.

Die Antworten erfordern eigene Formulierungen sowie das Lösen von kurzen Rechenaufgaben.

Zur Prüfung sind keine Hilfsmittel zugelassen mit Ausnahme eines nicht programmierbaren Taschenrechners.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

-

### **Inhalt:**

- Möglichkeiten und Grenzen modellgestützten Arbeitens
- Transportmodellierung mit Hilfe des 4-Stufen Modells, dessen Möglichkeiten und Grenzen
- Modellierung des Verkehrsangebots
- Modelle der Verkehrserzeugung
- Gravitationsmodell der Verkehrsverteilung
- Diskrete-Wahl-Modelle (LOGIT) und Anwendung in Verkehrsmodellen, insbesondere Verkehrsmittelwahl
- Modelle der Verkehrsumlegung, Systemdynamik, Siedlungsstruktur, sowie der Wechselwirkungen von Verkehr und Siedlungsstruktur
- Aktivitätsbasiertes Modellieren
- Erreichbarkeitsmodelle
- Systemdenken

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt:

- die Potentiale und Grenzen modellgestützten Arbeitens zu analysieren
- grundlegende Algorithmen der Verkehrserzeugung, -verteilung, -aufteilung und -umlegung zu bewerten
- diese grundlegenden Algorithmen der Verkehrsmodellierung in der Software VISUM anzuwenden
- die komplexen Zusammenhänge zwischen Transportbereitstellung, langfristiger Mobilitätsentscheidungen, Alltagsaktivitäten, Verkehrserzeugung, Betriebs- und Zielpunktsentscheidungen, sowie Verkehrsvolumen in der realen Welt zu verstehen und die Herausforderung diese Zusammenhänge in ein entsprechendes Modell umzusetzen (als eine Funktion der Zielvorgaben)
- die Anwendungsfelder und die Grenzen des klassischen fortlaufenden Verkehrsnachfragemodells zu bewerten (4-Stufen Algorithmus)
- die Erreichbarkeitsmodellen zu entwickeln
- die grundlegenden Prinzipien von aktivitätsbasiertem Modellieren, ausgewählter Siedlungsstruktur- und Verkehrsmodellen, Systemdenken, sowie Modellen der Systemdynamik zu verstehen
- die Brauchbarkeit verschiedener Vorgehen zur Modellierung zu beurteilen
- weiterer ausgewählter Modellierungsvorgehen in Eigenarbeit (z.B. Projektseminar, Master Thesis, PhD Thesis) zu entwickeln

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Kombination aus Vorlesung und Übung mit Bearbeitung von Beispielaufgaben im Hörsaal und in Heimarbeit, EDV-gestützte Entwicklung eines eigenständigen Verkehrsnachfragemodells, Exkursion mit Fachexperten, Gastreferenten zu ausgewählten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungsveranstaltungen. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag durch anschauliche Beispiele, reale und virtuelle Modelle sowie durch Diskussionen mit den Studierenden vermittelt. Des Weiteren soll die Vorlesung die Studierenden

zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen anregen. In den Übungen werden ausgesuchte Beispiele bearbeitet und konkrete Fragestellungen behandelt. In Ergänzung zu Vorlesung und Übung werden Aufgabenblätter und Computeraufgabe angeboten, in denen der Stoff vertieft und geübt wird.

Hausaufgaben: Ja (freiwillig)

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen, Handouts, Tafel, Projektbeispiele, Studenten-Lizenz für Standard-Software, Bearbeitung am Rechner

**Literatur:**

Ortuzar/Willumsen (2006): Modelling transport, 3rd edition. John Wiley & Sons Ltd.;

Literaturliste im Kurs

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Transport Planning Models (Übung, 2 SWS)

Wulfhorst G [L], Wulfhorst G, Pfortner M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV520009: Projektbewertung und Planungsprozesse im Verkehr | Project Appraisal and Planning Processes in Transportation**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer 120-minütigen Klausur, in der die Studierenden ohne Hilfsmittel und unter zeitlichem Druck nachweisen, dass sie die Konzepte der Verkehrsökonomie und der ökonomischen Bewertungsmethoden verstanden haben und komprimiert wiedergeben können. Des Weiteren zeigen sie Lösungen zu verschiedenen Anwendungsszenarien auf. Weiterhin zeigen die Studierenden, dass sie die Grundlagen der Planungsverfahren, der Verkehrspolitik und deren Wirkungen, Kosten und Finanzierung sowie die Realisierung und Evaluation von Projekten korrekt erklären und anhand von Beispielen und eigenständiger Argumentation illustrieren können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

-

#### **Inhalt:**

Das Modul befasst sich mit Planungsprozessen und der Projektbewertung im Verkehr. Zunächst wird in die grundlegenden Prinzipien und Konzepte der Verkehrsökonomie und der Systembewertung eingeführt. Die Schwerpunkte werden auf ökologische und wirtschaftliche Bewertungsmethoden im Hinblick auf das Verkehrswesen gesetzt. Die Studierenden erlernen Theorien und Methoden zur Bewertung der ökologischen Auswirkungen des Verkehrs. Grundlegende Konzepte werden auf aktuelle Beispiele angewendet. Weiterhin werden ökonomische Bewertungsmethoden, wie z.B. die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) oder die Multi-

Kriterien-Analyse (MKA), sowie entsprechende Anwendungen vorgestellt und die Einsatzgrenzen spezifischer Bewertungsverfahren diskutiert. Zudem werden im Rahmen der Verkehrsökonomie Konzepte der Verkehrsnachfrage, von Kosten und von Technologien dargestellt und erörtert. Ferner werden die strategische Planung auf internationaler und nationaler sowie auch auf der lokalen und regionalen Ebene behandelt. Weitere Themenkomplexe sind Projektentwicklung und Genehmigung, Machbarkeitsstudien sowie Umgebungseinschätzung. Die Studierenden befassen sich zudem mit der Finanzierung und Umsetzung von Verkehrsprojekten sowie mit der regionalen Steuerung.

### **Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls können die Studierenden den mehrstufigen Zusammenhang ökologischer und ökonomischer Aspekte des Verkehrs analysieren und interpretieren. So sind die Studierenden z.B. aus ökonomischer Sicht in der Lage, eine geeignete Bewertungsmethode zu identifizieren und sie korrekt anzuwenden. Ferner verstehen sie die relevanten Stufen eines Planungsprozesses. Die Studierenden sind auch in der Lage, wichtige Fachbegriffe aus dem Bereich der Verkehrsökonomie und der ökonomischen Bewertungsmethoden zu definieren.

Des Weiteren sind die Studierenden imstande:

- formelle und informelle Planungsinstrumente, TeilnahmeprozEDUREN, Machbarkeitsstudien, Kosten und Finanzierung von Verkehrsprojekten, deren Realisation und Bewertung in Deutschland und Europa zu erkennen
- die Theorien und Grundlagen der Planung und Verkehrspolitik anzuwenden
- die grundlegenden Elemente der Planung auf viele verschiedene Kontexte anzuwenden
- die Haupteinflussfaktoren der Planungspolitik zu erkennen und Mobilitätskonzepte zu erstellen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen und einer Übung. Der Vorlesungsinhalt wird anhand von Präsentationen, PowerPoint-Folien und interaktiven Diskussionen vermittelt. Durch praktische Beispiele, die auch Berechnungen beinhalten, werden die theoretischen Grundlagen erläutert. Gruppenarbeit und Übungen mit weiteren Beispielen ermöglichen ein tieferes Verständnis. Die Studierenden sollten das erworbene Wissen mit Hilfe der empfohlenen Literatur vertiefen.

### **Medienform:**

PowerPoint, Übungsblätter, Tafelarbeit

### **Literatur:**

Blauwens, G.; De Baere, P.; Van de Voorde, E. [2008]: Transport Economics. Third Edition. De Boeck, Antwerpen.

Haezendonck, E. [2007]: Transport Project Evaluation - Extending the Social Cost-Benefit Approach. Edward Elgar, Cheltenham, Northampton.

Varian, H. R. [2006]: Intermediate Microeconomics - A Modern Approach. Seventh Edition. W. W. Norton & Company, New York, London.

Edwards-Jones, G.; Davies, B.; Hussain, S. [2000]: Ecological Economics - An Introduction. Blackwell Science, Oxford.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV560009: Bedienung und Angebot des Öffentlichen Nahverkehrs | Public Transport Operations and Supply**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur. In der Klausur sollen die Studierenden ohne Hilfsmittel und unter zeitlichem Druck nachweisen, dass sie die Grundprinzipien der Fahrplanbildung und der Fahrzeugumlaufplanung verstehen und praktisch anhand kleiner Planungsaufgaben anwenden können, darauf aufbauend Fahrerumläufe und Dienstraster schneiden können sowie Rückkopplungen zwischen diesen Elementen nutzen, um ihre Ergebnisse zu verbessern. Ferner zeigen sie, dass sie die Anforderungen ländlicher Gebiete in die Planungsmethodik integrieren können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständige Kompetenzen in Konzeption von ÖPNV-Netzen.

#### **Inhalt:**

- Einführung in die Fahr- und Dienstplanung.
- Berechnung der Zugfolgezeit, Reisezeit im Umlauf, Wendezeiten für zwei und eingleisige Strecken
- Bildung des Wagenlaufplans
- Schneiden der Dienste und Bildung des Dienstplans (Lehner und Rüger Ansatz)
- Angebotsplanung für den allgemeinen ÖPNV im ländlichen Raum
- Planung von Schülerverkehrsnetzen
- Marketing im ÖPNV



**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Die Grundprinzipien der Fahrplanbildung und der Fahrzeugumlaufplanung zu erkennen
- Die Grundprinzipien des Schneidens der Fahrzeugumläufe in Fahrrdiensten und der Fahrereinsatzplanung zu erkennen
- Rückkopplungen zwischen Dienstbildung, Fahrzeugplanung und Fahrplanbildung zu erkennen und zu benutzen
- Fahrpläne, Fahrzeugeinsatzpläne und Fahrumlaufpläne für verschiedene Formen von ÖPNV Linien zu erstellen und zu optimieren
- Anforderungen und Lösungsansätze für den ÖPNV in ländlichen Gebieten zu erkennen
- Netze mit fester und nachfrageabhängiger Bedienung für den ländlichen Raum zu planen

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen. Der Vorlesungsinhalt wird anhand von PowerPoint- Präsentationen, Tafelanschrieb und interaktiven Diskussionen vermittelt. Durch praktische Beispiele, die auch Berechnungen beinhalten, werden die theoretischen Grundlagen erläutert.

**Medienform:**

Präsentation, Tafelanschrieb

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV560011: Governance | Governance

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Seminararbeit

Das Ziel der Seminararbeit ist es, das Verständnis der Studierenden bezüglich einer Reihe von Grundprinzipien der Governance zu überprüfen. Weiterhin sollen ihre Fähigkeiten getestet werden, einen Governance-Ansatz selbstständig im Rahmen einer Fallstudie anzuwenden und dabei Erkenntnisse zu gewinnen, die für die praktische Anwendung und/oder die Fachwelt sowie die Wissenschaft relevant sind.

Die Studierenden werden selbstständig forschen und die Studienarbeit unabhängig vom Seminar verfassen. Es wird erwartet, dass der Text im Sinne einer sozialwissenschaftlichen Arbeit strukturiert wird und Folgendes umfasst: eine relevante Problemstellung, Frage oder Hautargument; kurze Beschreibung des Standes der Wissenschaft; Methodologie (inkl. analytischem Ansatz); Fallstudie und Analyse; Hauptergebnisse und Erkenntnisse (theoretisch und praktisch) für eine spezifischen Zielgruppe.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorkenntnisse in Verkehrsplanung und Verkehrspolitik

#### Inhalt:

Verkehrsplanung bedeutet viel mehr als reine Papierarbeit. So müssen Verkehrsplaner z.B. mit verschiedenen Menschen, Institutionen, Unternehmen etc. zusammenarbeiten. Des Weiteren erfordert sie allgemeines Verhandlungsgeschick, um bessere und effektivere Lösungen für Verkehrsprobleme diskutieren und aushandeln zu können. Die Wege zu einem nachhaltigen

Verkehrsnachfragemanagements auf regionaler Ebene erfordern zugleich neue Konzepte von Machtmanagement und staatlichen Verfahren. "Governance" ist eines der Hauptschlagworte, mit denen der fundamentale Wandel in den Beziehungen von politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren in Städten und Regionen beschrieben wird.

Vier zentrale Themen werden die Vorlesungen und Diskussionen im Kurs dieses Semesters prägen. Alle Themen stehen im engen Zusammenhang mit den planerischen und politischen Aspekten von Verkehr und Mobilität in Städten:

- Was ist Governance? Eine Einführung in die Governance Debatte.
- Wer ist verantwortlich? Die Rolle des Staats im Wandel.
- Wer entscheidet? Politik, Demokratie und die Öffentlichkeit.
- Wie entscheiden? Beratung, Teilhabe und Expertise.

Die Studierenden bekommen einen Überblick der Spannweite von Konzepten und theoretischen Ansätzen im Bereich Governance, was unter anderem Folgendes umfasst: die sich ändernde Rolle des Staates im Verkehrssektor; Hauptakteure der Governance; die Rolle von öffentlicher Meinung und Expertenmeinung; die verschiedenen Typen (z.B. hierarchisch, Gemeinschaften, Netzwerke, Märkte, etc.) und Prozesse (z.B. gemeinschaftlich, technokratisch, basis-bezogen) der Governance, die im Alltag von Planung und Politik im Verkehrssektor vorkommen.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, Grundprinzipien der Governance zu erkennen, aktiv zu kommunizieren und auf aktuelle Debatten und Themen im Verkehrssektor anzuwenden.

Weiterhin werden die Studierenden in der Lage sein, aktuelle Policy-Themen und Fallstudien aus einer Governance-Perspektive zu analysieren und relevante Erkenntnisse zu formulieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Der Kurs ist eine aktive Mischung aus Vorlesungen, Diskussion, Studierendenpräsentationen, Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Hörsaals und Lektüren, die das kennenlernen von Governance-Theorien und ihrer Anwendungen unterstützen. Dies basiert auf Analysen der alltäglichen Prozesse der politischen Entscheidungsfindung und Planung.

Die Vorlesungen werden mit herkömmlichen Powerpoint-Präsentationen, Tafelanschrieb und anderen Materialien unterstützt.

Diskussion finden in einem "Runden Tisch" statt und gestalten sich aus den Interessen und Fragen mit denen die Studierenden in ihren Studien, Projektarbeiten und/oder Berufsleben konfrontiert werden.

Studentische Vorträge werden auf Grundlage der Lektüren in Gruppen von 2-3 Personen organisiert. Jeder Student/jede Studentin wird einmal zu präsentieren.

Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Hörsaals werden Einblicke in die Anwendung der Governance-Themen und -Ansätzen in realen Situationen und Fallstudien geben.

Darüber hinaus werden die Studierenden über eine Reihe von einschlägigen theoretischen und praktischen Themen im Bereich Governance im Verkehrssektor aufzubereiten.

### **Medienform:**

Reader, Powerpoint-Präsentationen, material for in-class activities, Tafelarbeit.

**Literatur:**

- Bang, H.P. (Ed.), 2003. Governance as Social and Political Communication. Manchester University Press, Manchester.
- Bevir, M., 2009. Key Concepts in Governance. SAGE Publications Ltd.
- Fischer, F., 2009. Democracy and expertise: Reorienting policy inquiry. Oxford University Press, Oxford.
- Henderson, J., 2013. Street fight: the politics of mobility in San Francisco. University of Massachusetts Press, Amherst.
- Geels, F., Kemp, R., Dudley, G., Lyons, G. (Eds.), 2012. Automobility in transition?: A socio-technical analysis of sustainable transport. Routledge, London.
- Meadowcroft, J., 2007. Who is in Charge here? Governance for Sustainable Development in a Complex World. Journal of Environmental Policy & Planning 9, 299–314.
- Newman, J. (Ed.), 2005. Remaking governance: peoples, politics and the public sphere. Policy Press, Bristol.
- Peters, B.G., 2011. Governance as political theory. Critical Policy Studies 5, 63–72.
- Pierre, J., Peters, G.B., 2000. Governance, politics and the state. Macmillan Press Ltd., Hampshire.
- Wagenaar, H., 2011. Meaning in action?: interpretation and dialogue in policy analysis. Sharpe, Armonk, NY.

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de )

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Governance (Vorlesung, 3 SWS)

Zimmer C [L], Zimmer C, Silva C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV580013: Strategie und Organisation im ÖPNV | Local Public Transport Strategy and Organisation [PTM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird anhand einer 8- bis 10-seitigen Hausarbeit erbracht, die die Studierenden in Einzelarbeit in englischer Sprache abfassen. Die Erarbeitung einer Hausarbeit ermöglicht es zu prüfen, inwieweit es den Studierenden gelingt, die vermittelten Studieninhalte eigenständig anhand eines Themas anzuwenden. Für die Abfassung der Hausarbeit können die üblichen Hilfsmittel einer akademischen Arbeit verwendet werden (statistische/öffentlich zugängliche Daten, Fachliteratur, Befragung von Experten etc.). Die verwendeten Quellen sind entsprechend den geltenden akademischen Standards zu benennen.

Anhand der Hausarbeit wird überprüft, inwieweit die Studierenden in der Lage sind,

- die vermittelten Begriffe zur Organisation des öffentlichen Stadt- und Regionalverkehrs eigenständig anzuwenden
- das behandelte Thema (z. B. Fallbeispiel der Organisation des öffentlichen Verkehrs in Heimatland/Heimatstadt) sinnvoll zu strukturieren
- Daten und Informationen klar zu präsentieren und auf plausible Art und Weise zu analysieren
- eigenständige und konsistente Schlussfolgerungen zu ziehen
- begründete Vorschläge zur Weiterentwicklung des behandelten Fallbeispiels bzw. zur Behandlung beschriebener Probleme zu entwickeln

Die Themenfindung erfolgt im Rahmen der Präsenzveranstaltungen.

Die Studierenden müssen sich durch diese Prüfungsform intensiv mit einer speziellen Organisationsform im öffentlichen Stadt- und Regionalverkehr auseinandersetzen und das im Rahmen der Veranstaltung übermittelte Wissen auf ein konkretes Anwendungsbeispiel übertragen. Der Abschluss der Hausarbeit erfolgt nach Abschluss der Präsenzveranstaltungen. Die Dozenten stehen den Studierenden während der Erstellung der Prüfungsleistung zur Rückfragen zur Verfügung. Es muss kein Vortrag gehalten werden.

## **Wiederholungsmöglichkeit:**

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Vorlesung "Public Transport Concepts" oder Grundkenntnisse in öffentlichen Verkehrssystemen.

### **Inhalt:**

A: Einführung in die Organisation des öffentlichen Stadt- und Regionalverkehrs

- Motivation und Begriffsdefinitionen
- Allgemeine Regulierungsansätze
- Typische Organisationsformen und ihre Entwicklungen
- Finanzierungsmechanismen
- Koordination und Integration

B: Öffentliche Dienstleistungsaufträge im öffentlichen Stadt- und Regionalverkehr

- Bestimmung von Zielen und Rahmenbedingungen von öffentlichen Angeboten im Stadt- und Regionalverkehr
- Ausgestaltung von öffentlichen Dienstleistungsaufträgen: Typen, Aufgaben- und Risikoverteilung, Rechte und Pflichten der Vertragsparteien
- Arten der Verfahren zur Vergabe von öffentlichen Dienstleistungsaufträgen
- Vertragsmonitoring und Qualitätsmanagement

C: Fallstudien zu ausgewählten Stadt- und Regionalverkehrsmärkten:

- Großbritannien
- Skandinavien (am Beispiel Schweden)
- Schweiz
- Frankreich
- Deutschland
- weitere (entsprechend dem Teilnehmerinteresse), z. B. Niederlande, Eisenbahnmärkte, Städte in Entwicklungsländern

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,

- allgemeine Begriffsdefinitionen zur Organisation des öffentlichen Stadt- und Regionalverkehrs zu kennen,
- wesentliche Organisationsformen, Regulierungsansätze, Finanzierungsmechanismen, Verkehrsvertragstypen und -vergabearten im europäischen Stadt- und Regionalverkehr präzise zu beschreiben, voneinander zu unterscheiden und hinsichtlich bestimmter Merkmale zu evaluieren,
- mit dem öffentlichen Stadt- und Regionalverkehr zu erreichende Ziele zu definieren,
- konkrete Probleme in der Organisation des öffentlichen Stadt- und Regionalverkehrs zu erkennen und konsistente Weiterentwicklungsmöglichkeiten zu entwickeln,
- konsistente Beziehungen zwischen Verkehrsbehörden und -unternehmen zu gestalten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung kombiniert die Methoden einer Vorlesung mit denen eines Seminars.

Die fachlichen Grundlagen werden den Studierenden durch Vortrag mit PowerPoint-Präsentationen, reale Beispiele, Fallstudien mit jeweils zahlreichen interaktiven Elementen und die Fachliteratur übermittelt. Die Methodenpluralität trägt zum besseren Verständnis der fachlichen Inhalte und zur Vermittlung der Fähigkeit, sich kritisch mit Entwicklungen in der Organisation des öffentlichen Stadt- und Regionalverkehrs auseinanderzusetzen und diese in einen Gesamtzusammenhang bringen zu können, bei.

Im Rahmen von Kleingruppendiskussionen und -arbeiten werden aktuelle Problemlagen in der Organisation des öffentlichen Stadt- und Regionalverkehrs identifiziert und mögliche Lösungen erarbeitet.

**Medienform:**

PowerPoint-Präsentationen, Fallstudien, Moderationstechniken

**Literatur:**

- inno-V, KCW et al. (2008): Contracting in urban public transport. Report submitted to EC - DG Energy and Transport.
- van de Velde (2001): The Evolution of Organisational Forms in European Public Transport. Paper presented at the 7th Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Molde (Norway), 25-28 June 2001.
- van de Velde (2003): Regulation and competition in the European land transport industry – Some recent evolutions. Paper presented at the 8th Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Rio de Janeiro (Brasil), 14-18 September 2003.
- van de Velde (2014): Market initiative regimes in public transport in Europe: Recent developments. Research in Transportation Economics 48 (2014), pages 33-40.

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de )

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Local Public Transport Strategy and Organisation (Vorlesung, 3 SWS)

Wulfhorst G [L], Schaaff, genannt Schaaffkamp C, Pfertner M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Vertiefung 10: Transportation Engineering and Control | Field of Study 10: Transportation Engineering and Control

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BV560023: Intelligente Verkehrssysteme | Intelligent Transport Systems [ITS]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung (120 Min.) wird schriftlich abgelegt. Dabei soll nachgewiesen werden, dass in einer vorgegebenen Zeit Problemstellungen eigenständig erkannt werden und die zu Prüfenden in der Lage sind, ohne Hilfsmittel zu einem Lösungsweg zu gelangen. Die Prüfung besteht aus Fakten- und Verständnisfragen über den gesamten Vorlesungsstoff sowie Rechenaufgaben, die ebenfalls ohne Hilfsmittel gelöst werden müssen. Eine verkehrstechnische Formelsammlung zu allen in Vorlesung und Seminar behandelten Problemstellungen wird zur Prüfung gestellt.

Es wird geprüft, ob die Studierenden die verschiedenen Arten von verkehrstechnischen Steuerungs- und Managementsystemen sowie Systemarchitekturen und deren Anwendungen bei der verkehrsabhängigen Lichtsignalsteuerung erinnern und verstehen. Darüber hinaus sind Systemvorschläge zu analysieren, auf dieser Basis zu bewerten und ggf. Alternativen zu entwickeln, die zum Teil auf praktischen Erfahrungen im Modul durch Anwenden von Planungssoftware entstanden sind.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Verkehrsmanagement (BV560024)



### **Inhalt:**

Das Modul verbindet vertiefte Informationen zu Verkehrssteuerungs- und Verkehrsmanagementsystemen mit den dafür erforderlichen Grundlagen zu Systemarchitekturen und praxisrelevanten Methoden mit der Vorstellung exemplarischer Softwarelösungen. Die Inhalte sind dabei in die folgenden Themen gegliedert:

#### **Traffic Control-Extension:**

- Grundlagen der Steuerung und Systemtheorie
- Innerstädtische Verkehrssteuerung
- Verkehrssteuerung von Autobahnen
- Verkehrssteuerung von Tunneln
- ÖPNV-Beschleunigung im Urbanem Raum
- Qualitätsmanagement in Verkehrssteuerung
- Verkehrssteuerung von
- Automatisierte U-Bahn Systeme
- R&D in ITS für Verkehrssteuerung

#### **ITS-System Architectures and Applications:**

- Introduction, System Architectures
- Urban Roadside Infrastructure
- Some Details of Traffic Adaptive Signal Control
- Traffic Design Tools (LINSIG, SYNCRO, OFFICE)
- VS-Plus
- VS-Plus Lab
- Office: Intersection Layout
- Office: Basic Control Parameters
- Office: Fixed Time Control
- Office: Signal Coordination
- Office: Local Traffic Actuation
- Office: Test of Local Traffic Actuation
- Controllers: A view into the cabinet

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Ansätze und Technologien zur Verkehrssteuerung von Autobahnen sowie im urbanen Raum, zur Integration von Verkehrsinformationen und Management sowie zum Management von Mobilität und Verkehrsnachfrage zu verstehen. Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Systemtheorie und Regelungstechnik, um darauf aufbauend Steuerungsverfahren in Städten, auf Autobahnen sowie im ländlichen Raum zu erfassen und das systemtheoretische Wissen darauf anzuwenden. Ausgewählte Steuerungsverfahren aus den genannten Bereichen werden vertieft, woraufhin die Studierenden in der Lage sind, diese anzuwenden. Ferner verstehen die Studierenden den Aufbau von modernen Systemarchitekturen für die Verkehrssteuerung. Sie verstehen dabei sowohl die theoretische Struktur als auch Praxisanwendungen. Daneben verstehen die Studierenden die Arten und Möglichkeiten straßenseitiger Infrastruktureinrichtungen und sind in der Lage, diese in Grundzügen zu entwickeln. Kern der Lehrveranstaltung ist die theoretische und praktische Einführung in Verkehrsplanungssoftware (VS-Plus und Office), die die Studierenden anhand von Praxisbeispielen anwenden können.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen. Die Vorlesungen bestehen zumeist aus Vorträgen mit Präsentationen sowie aus Vorträgen von externen Expertinnen und Experten aus der Praxis. Zudem bearbeiten die Studierenden teils in Einzelarbeit Probleme und deren Lösungsfindung teils durch Vorrechnen der Übungsaufgaben durch Dozierende. Es kommen darüberhinaus rechnergestützte Übungsaufgaben in Rechnerräume zur Anwendung.

**Medienform:**

Präsentationen mit Handzettel, Übungsaufgaben, Filme, softwaregestützte Übungsbeispiele in Rechnerräumen

**Literatur:**

BAST (2012): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen - TLS 2012. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. [https://www.bast.de/BAST\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Regelwerke/Unterseiten/V5-tls-2012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Regelwerke/Unterseiten/V5-tls-2012.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

DIN EN ISO 9001:2015-11 (D/E) Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen (ISO 9001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9001:2015

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Matthias Spangler

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

ITS - Systemarchitekturen und Anwendungen (Seminar, 2 SWS)

Antoniou C [L], Antoniou C, Ma T, Qurashi M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV560024: Verkehrsmanagement | Traffic Management [VM]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung ergibt sich aus einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten, in welcher nachgewiesen werden soll, dass in einer vorgegebenen Zeit Problemstellungen eigenständig erkannt werden und die Prüflinge in der Lage sind, ohne Hilfsmittel zu einem Lösungsweg zu gelangen. Die Prüfung besteht aus Fakten- und Verständnisfragen, welche die Fähigkeit der Studierenden überprüfen, theoretische Fragestellungen und verkehrstechnische Konzepte in kompakter Form zu bearbeiten sowie Rechenaufgaben, in denen die Anwendung von Verkehrsflussmodellen und Steuerungsverfahren überprüft wird. Eine verkehrstechnische Formelsammlung zu allen in Vorlesung und Übung behandelten Problemstellungen wird zur Prüfung gestellt. Andere Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul (BV000029)

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Ergänzungsmodul (BV000047)

#### Inhalt:

In der ersten Semesterhälfte wird 'Modellierung des Verkehrsablaufs' und in der zweiten Semesterhälfte 'Grundlagen der Verkehrssteuerung' unterrichtet.

Das Modul beinhaltet somit folgende Thematiken:

- Verkehrsflussmodelle auf Kanten (Kinematik, Sub-Mikroskopische Sichtweisen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Mikroskopische und Makroskopische Modelle, Fahrzeugfolgemodelle, Fahrstreifenwechselmodelle, Zellularautomatenmodelle, Taktisches

Fahrverhalten von Fahrradfahrern, Fundamentaldiagramm, Kontinuumstheorie, Cell Transmission Modell)

- Modelle zur Verkehrslageschätzung in Netzwerken (Endogene Schätzung von Verkehrsbeziehungen, Routing Algorithmen)
- Modelle zur Bestimmung von Wartezeiten und Stopps (Warteschlangentheorie, Deterministische und Stochastische Modelle, Rückstaulängenschätzer)
- Verkehrssystemsimulationen und zusätzliche Themen (Simulationsstatistik, Simulationsstudien Workflow, Mikroskopische und Makroskopische Fahrzeugsimulation, Fußgänger- und Fahrradsimulation, Daten Fusion, Multiscaling, Modellkopplung)
- Einführung in die Verkehrssteuerung, Charakteristika von Verkehrssteuerungssystemen, Systemarchitekturen
- ITS-Technologien, Verkehrsdatenerfassung, Umfelddatenerfassung
- Steuerungsverfahren auf Autobahnen in Form von Streckenbeeinflussungsanlagen, Netzsteuerung, Zuflussregelung
- Verkehrssteuerungsverfahren im städtischen Bereich, Koordinierung von Lichtsignalanlagen,
- Steuerung des ÖPNV, Fahrgastinformation, Tarifstruktur und Fahrgeldentrichtung
- Mobility Pricing und Parkraummanagement

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul haben die Studierenden detailliertes Wissen über die theoretischen Grundlagen von Verkehrsflussmodellen und zur Warteschlangentheorie erworben. Darüber hinaus kennen und verstehen die Studierenden die Grundlagen der Verkehrssteuerung und sind in der Lage, Lichtsignalanlagen auf städtischen Straßen, aber auch entsprechende Steuerungsmaßnahmen auf Autobahnen zu planen und zu koordinieren. Die Studierenden sind imstande, diese Grundlagen und Modelle in Simulationsstudien umzusetzen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen. Neben den Vorlesungen bearbeiten die Studierenden teils in Einzelarbeit Probleme und deren Lösungsfindung, teils durch Vorrechnen der Übungsaufgaben durch Dozierende.

### **Medienform:**

Vorlesungsfolien, Übungsfolien, Filme

### **Literatur:**

Bell, M. G. H.; Shield, C. M., Busch, F.; Kruse, G. [1997]: A Stochastic User Equilibrium Path Flow Estimator  
Busch, F.; Dinkel, A.; Schimandl, F.; Boltze, M.; Jentsch, H. (2007): Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement  
Busch, F.; Dinkel, A.; Leonhardt, A.; Ziegler, J.; Kirschfink, H.; Peters, J. (2006): Benchmarking für Verkehrsdatenerfassungs- und Verkehrssteuerungssysteme  
Cremer, M. [1979]: Der Verkehrsfluss auf Schnellstraßen, Daganzo, C. [1997]: Fundamentals of Transportation and Traffic Operations. Pergamon, New York

Gipps, P.G. [1981]: A behavioural car-following model for computer simulation  
Herz, R.; Schlichter, H.; Siegener, W. [1992]: Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner  
Highway Research Board [2000]: Highway Capacity Manual  
Kerner, B. S. [2004]: The Physics of Traffic  
Kimber, R.M.; Hollis, E.M. [1979]: Traffic queues and delays at road junctions  
Kotsialos, A.; Papageorgiou, M.; Mangeas, M.; Haj-Salem, H. [2000]: Coordinated and integrated control of motorway networks via non-linear optimal control  
Lighthill, M. J.; Whitham, G. B. [1955]: On Kinematic Waves. II. A Theory of Traffic Flow on Long Crowded Roads  
Leutzbach, W. [1988]: Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses  
Meschendorfer, J. [2004]: Fahrzeugklassifizierung und Fahrzeugwiedererkennung anhand von Mikrodaten lokaler Detektoren  
Nagel, K.; Schreckenberg, M. [1992]: A cellular automaton model for freeway traffic.  
Orcutt, F. L. [1993]: The Traffic Signal Book  
Papageorgiou, M. [2000]: Regelungsstrategien für den Straßenverkehr - Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft  
Piszczek, S.; Dinkel, A.; Leonhardt, A.; Mutzbauer, J. (2007): Testfeld für die Erfassung von Umfelddaten in Streckenbeeinflussungsanlagen, RiLSA  
Schnabel, W.; Lohse, D. [1997]: Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung Band 1 & 2  
Van Zuylen, H. J.; Willumen, L.G. [1980]: The Most Likely Trip Matrix Estimation from Traffic Counts  
Wang, Y.; Papageorgiou, M. [2005]: Real-time traffic state estimation based on extended kalman filter. A general approach  
Wardrop, J. G. [1952]: Some theoretical aspects of road traffic research  
Wiedemann, R. [1974]: Simulation des Straßenverkehrs

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Klaus Bogenberger

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundlagen der Verkehrssteuerung (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)  
Bogenberger K [L], Bogenberger K ( Dumler K ), Spangler M ( Amini S )

Modellierung des Verkehrsablaufs (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Bogenberger K [L], Bogenberger K ( Dumler K ), Spangler M ( Tilg G )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

#### **BGU56035: Praktische Anwendung von verkehrstechnischen Verfahren | Practical Application of Traffic Control Methods [PAvVV]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Ziel der 60 minütigen Klausur ist der Nachweis, dass die Studierenden imstande sind, verkehrstechnische Verfahren ohne Hilfsmittel in Form eines Algorithmus umzusetzen. Daneben soll auch der Nachweis erbracht werden, dass die Studierenden komplexe verkehrstechnische Anwendungen verstehen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse im Programmieren

LV Grundlagen der Verkehrssteuerung-Vorlesung (LV-Nr. 0000003117)

LV Grundlagen der Verkehrssteuerung-Übung (LV-Nr. 0000003117)

Modul Verkehrssteuerung-Vertiefung (BV560006)

#### **Inhalt:**

- Einführung in die Programmiersprache Python, eine geeignete Programmierumgebung und in die Mikrosimulationsumgebung SUMO
- theoretische Einführung in die betrachteten Steuerungsverfahren
- eigenständige Implementierung der Steuerungsverfahren
- Aufbereitung und Bewertung der Simulationsergebnisse

**Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, komplexere Verfahren der Verkehrssteuerung (z.B. Zuflussregelung) zu verstehen und diese in einer mikroskopischen Simulationsumgebung anzuwenden. Die Studierenden sind ferner in der Lage, ausgewählte Steuerungsverfahren in Programmcode zu implementieren und über eine Standardschnittstelle in einer geeigneten Simulationsumgebung zu benutzen. Außerdem lernen die Studenten, anhand von Simulationsergebnissen die Effekte der Verkehrssteuerung zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Veranstaltung mit Seminarcharakter. Nach einer kurzen Einführung in den Inhalt der jeweiligen Veranstaltung werden Seminaraufgaben durch die Studierenden selbstständig bearbeitet. Dabei werden die Studierenden durch wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unterstützt.

**Medienform:**

Theoretische Einführungen: Powerpoint-Präsentation

Bearbeitung: CIP-Pool-Rechner mit entsprechender Software zur Implementierung und Simulation

**Literatur:**

D. Krajzewicz, et.al.: "Recent Development and Applications of SUMO - Simulation of Urban MObility", 2012; Papageorgiou, et. al.: "ALINEA Local Ramp Metering Summary of Field Results", 1997; Python Software Foundation: <https://docs.python.org/2/>

**Modulverantwortliche(r):**

M.Sc. Sabine Krause

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56048: Verkehrsdaten - Erfassung und Analyse | Traffic Data Collection and Analysis [VD-E&A]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung ergibt sich aus einer schriftlichen Prüfung von 60 Minuten, in welcher nachgewiesen werden soll, dass in einer vorgegebenen Zeit Problemstellungen eigenständig erkannt werden und die zu Prüfenden in der Lage sind, ohne Hilfsmittel zu einem Lösungsweg zu gelangen. Die Prüfung besteht aus Fakten- und Verständnisfragen sowie Rechenaufgaben, die sich hauptsächlich an den Übungsaufgaben orientieren und ebenfalls ohne Hilfsmittel gelöst werden müssen. Dabei wird geprüft, ob die zu Prüfenden die verschiedenen Arten der Verkehrsdatenerfassung (lokal, stationär streckenbezogen und fahrzeugbasiert) sowie die Arten der Umfelddatenerfassung erinnern und verstehen. Darüber hinaus sind Systemvorschläge zu analysieren, auf dieser Basis zu bewerten und ggf. Alternativen zu entwickeln, die zum Teil auf praktischen Erfahrungen im Modul durch Anwenden von Messgeräten entstanden sind. Werden komplexe Rechenaufgaben abgeprüft, wird eine Formelsammlung zur Verfügung gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fortgeschrittene Kenntnisse in Verkehrstechnik und Verkehrsflusstheorie, wie sie in den folgenden Modulen an der TUM vorgestellt werden:

- Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul (BV560029)
- Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Ergänzungsmodul (BV000047)
- Modellierung und Steuerung des Verkehrsablaufs (BGU56045)



**Inhalt:**

Das Modul vermittelt theoretisches Wissen und dessen praktische Anwendung auf dem Gebiet Erfassung und Verarbeitung von Verkehrsdaten.

Im Einzelnen werden folgende Lehrinhalte vermittelt:

- Lokale und streckenbezogene Verkehrsdatenerfassung
- Umfelddatenerfassung
- Floating Car Data
- Routing und Mapmatching
- Verfahren zur Verkehrsdatenanalyse
- Durchführung von Feldmessungen (z.B. mit Kennzeichenerfassungssystemen)

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: Programme zur Erfassung von Verkehrs- und Umfelddaten zu entwickeln, Messungen durchzuführen, die Ergebnisse zu analysieren und moderne Verkehrsdetektionssysteme anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen sowie einem Seminar mit Projektarbeit. Die Inhalte der Vorlesungen werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Durch praktische Beispiele, die auch Berechnungen beinhalten, werden die theoretischen Grundlagen erläutert. In dem Seminar werden Verfahren und Messgeräte vorgestellt, die im Anschluss in einer Projektarbeit anzuwenden sind und so ein tieferes Verständnis ermöglichen.

**Medienform:**

PowerPoint, Exkursionen, Besichtigung und Anwendung von Messgeräten.

**Literatur:**

BAST (2002): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS). Bundesanstalt für Straßenwesen (HRSG), Köln, 2002.

FGSV (2001): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, 2001

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Spangler, Matthias (matthias.spangler@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56049: Verkehrsflusssimulation | Traffic Flow Simulation [VFS]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung wird in Form einer schriftlichen Prüfung ohne Hilfsmittel mit einem Umfang von 60 Minuten am Ende des Semesters angeboten. Die Studierenden zeigen im theoretischen Teil der Prüfung (15 Minuten), dass Sie die Grundlagen der Modellierung und mikroskopischen Verkehrssimulation verstanden haben und konkrete Modelleigenschaften darstellen können. Im praktischen Teil der Prüfung (45 Minuten) wird ihre Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden, überprüft. Der praktische Teil besteht aus Aufgaben, die den Aufbau eines Szenarios in der Verkehrssimulation VISSIM umfassen. Die Studierenden weisen dabei nach, dass Sie das theoretische Wissen in einer konkreten Simulationsanwendung anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagenwissen in Verkehrsflusstheorie, z.B. Lehrveranstaltung "Modellierung des Verkehrsablaufs-Vorlesung" (LV-Nr. 240787273) und Lehrveranstaltung "Modellierung des Verkehrsablaufs-Übung" (LV-Nr. 0000003025)

#### Inhalt:

Modellierung und Simulation sind wichtige Vorgehensweisen in der Verkehrswissenschaft, um Auswirkungen Verbesserungen der Infrastruktur, neue Technologien wie autonome Fahrzeuge und viele andere Maßnahmen im Verkehrsbereich auf Verkehrseffizienz und -sicherheit frühzeitig abzuschätzen. Daher wird in dieser Vorlesung ein breiter Einblick in Themen gegeben wie Fahrverhaltensmodelle, Fahrstreifenwechsel-Modelle, Routenwahl-Modelle, Behandlung der Verkehrsnachfrage, Simulationstechniken, statistische Analysemethoden sowie verschiedene

Simulations-Werkzeuge. Den Vorlesungen folgt ein praktischer Übungsteil, in welchem die Studierenden ihr in der Vorlesung erworbenes Wissen anwenden können.

Im Einzelnen werden die folgenden Themen unterrichtet:

- Die Grundlagen der Simulation
- Entwicklung von Vissim-Netzwerken
- Fahrzeugvolumen und Routing
- Geschwindigkeitsbegrenzung
- Unsignalisierte Kontrolle mit Konfliktgebieten
- Modellierung einer signalisierten Kreuzung
- Feste Zeitsignalsteuerung
- Adaptive Signalsteuerung
- Modellierung des öffentlichen Nahverkehrs
- Modellierung von Fußgängern
- Kalibrierung und Validierung
- Durchführung von Bewertungen
- Dynamische Umlegung
- Einführung in die COM-Schnittstelle

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein breit gefächertes Verständnis für das Feld der mikroskopischen Verkehrsmodellierung und -simulation vorzuweisen. Sie können die zugrundeliegenden Theorien verstehen und sind in der Lage, diese in der simulationstechnischen Implementierung anzuwenden. Basierend auf diesem Ziel verstehen die Studierenden, welche Maßnahmen, Instrumente und Möglichkeiten zur Verfügung stehen und wie diese in der Praxis angewendet werden. Dazu gehört, dass sie Grundlagen verschiedener Fahrerverhaltensmodelle, Routenwahlmodelle sowie die Konzepte der stochastischen Simulation kennen. Zum anderen verstehen die Studierenden, in welchem Zusammenhang die Verkehrsflusstheorie mit der Modellierung und Simulation des Verkehrsflusses steht. Abschließend können die Studierenden selbstständig die gelernte Theorie und praktischen Fähigkeiten in eigene Simulationsszenarien umsetzen und die damit entwickelten Verkehrsnetze mit Methoden aus der Fachwelt analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und praktischen Übungen auf Basis von Tutorien, in denen die praktische Anwendung der mikroskopischen Verkehrssimulation geübt wird.

### **Medienform:**

Präsentationen, Tutorials, Mikroskopische Verkehrssimulationen

### **Literatur:**

BARCELO, J. [2010]: Fundamentals of traffic simulation, Bd. 145 von International Series in Operations Research Management Science, Springer, New York [u.a.].

BUNGARTZ, H.-J. [2009]: Modellbildung und Simulation: Eine anwendungsorientierte Einführung, eXamen.press, Springer, Berlin [u.a.]. FELLENDORF, M. und VORTISCH, P. [2001]: Validation of the microscopic traffic flow model VISSIM in different real-world situations, National Research Council (US). Transportation Research Board. Meeting (80th: 2001: Washington, DC). Preprint CD-ROM.

FGSV [2006]: Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation: Grundlagen und Anwendung, Bd. 388 von FGSV, 2006 Au., FGSV-Verlag, Köln.

WIEDEMANN, R. [1974]: Simulation des Straßenverkehrsflusses, Bd. 8 von Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Univ., Inst. für Verkehrswesen, Karlsruhe.

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Kaths, Heather

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56050T2: Angewandte Verkehrstechnik und Verkehrsplanung | Applied Traffic Engineering and Transport Planning [AVTP]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung besteht aus einem Projektbericht und einer Präsentation mit Vortrag (15 min.).

Anhand des Planungsberichts, der in Eigenarbeit angefertigt wird, weisen die Studierenden nach, dass sie ein makroskopisches Simulationsmodell für den öffentlichen Verkehr und den Individualverkehr erstellen und nutzen können, unterschiedliche Szenarien rechnergestützt analysieren können, anhand von Modelergebnissen die Qualität von verkehrlichen Maßnahmen bewerten und weitere Maßnahmen entwerfen können.

Durch die Präsentation und die anschließende Diskussion weisen die Studierenden nach, dass sie die Ergebnisse ihrer Modelluntersuchungen vor einem fachkundigen Publikum präsentieren und ihre Planungen argumentativ mit den Modelergebnissen untermauern können. Der verpflichtende Besuch von vier möglichen Arbeitgebern, einzubringen als nicht benotete Studienleistung, soll den Studenten helfen, das Modulangebot in Verkehrstechnik und Verkehrsplanung im Hinblick auf die Anforderungen der relevanten Berufsbilder einzuordnen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul (BV000029)

#### Inhalt:

Lehrveranstaltung 1: Rechnergestütztes Entwerfen:

-- Einführung in die rechnergestützte Modellierung und Evaluation von verkehrlichen Maßnahmen

- Einführung in die Software PTV-VISUM
- Vorstellung der Seminaraufgabe (Analyse verkehrlicher Probleme einer Kommune, Entwurf von Maßnahmen im MIV und ÖPNV, Bewertung der Maßnahmen)
- Bearbeitung der Seminaraufgabe im Rechnerraum (Unterstützung durch Dozenten)
- Erstellung eines kleinen Planungsberichts über die Seminaraufgabe
- Präsentation der Ergebnisse

Lehrveranstaltung 2: Praxis der Verkehrstechnik und Verkehrsplanung:

- Besuche bei Ingenieurbüros, Industrieunternehmen und Einrichtungen des öffentlichen Dienstes
- Diskussion über Berufsbilder für Ingenieurinnen und Ingenieuren im Verkehrswesen und ihre fachlichen Anforderungen

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- ein makroskopisches Simulationsmodell für den öffentlichen Verkehr und den Individualverkehr zu erstellen und zu benutzen
- unterschiedliche Szenarien rechnergestützt zu analysieren
- anhand von Modelergebnissen die Qualität von verkehrlichen Maßnahmen zu bewerten und weitere Maßnahmen zu entwerfen
- die Ergebnisse ihrer Modelluntersuchungen vor einem fachkundigen Publikum präsentieren und ihre Planungen argumentativ mit dem Modelergebnissen zu untermauern
- die Selbstdarstellung der Unternehmen und die beruflichen Perspektiven zu beurteilen
- das Modulangebot in Verkehrstechnik und Verkehrsplanung in Hinblick auf die Anforderungen der relevanten Berufsbilder einzuordnen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorträgen, Seminaren, kleinen Exkursionen und Diskussionen. Einführende Vorträge stecken den Rahmen für die Seminaraufgabe ab und geben erste praktische Anleitung. Im Rahmen von Seminaren erarbeiten die Studierenden das makroskopische Simulationsmodell (Einzelarbeit), planen Maßnahmen und bewerten ihre Qualität. Dabei werden sie bei Planungsfragen und im Umgang mit dem Simulationstool durch die Dozenten unterstützt. Im Rahmen kleinerer Exkursionen zu Institutionen, die Arbeitgeber für IngenieurInnen im Verkehrswesen sein können, finden Diskussionen über mögliche Berufsbilder aufbauend auf die gewählten Studienschwerpunkte der Studierenden statt.

### **Medienform:**

Powerpoint-Präsentation, eigenständiges Arbeiten mit fachspezifischer Planungssoftware (Betreuung bei den Präsenzterminen durch Mitarbeiter des Lehrstuhls für Verkehrstechnik), kleine Exkursionen und Diskussionen

### **Literatur:**

Anleitung für das Softwaretool VISUM

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Dumler, Karl

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56055: Autonome Fahrzeuge und Verkehrsmittel | Autonomous Vehicles and Transportation Systems [AFV]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60minütigen schriftlichen Prüfung. Als Hilfsmittel ist ein handschriftliches beidseitig beschriebenes DIN A4-Blatt erlaubt.

Auf Grundlage von Fakten und Verständnisfragen, die einer eigenständigen Antwortformulierung bedürfen, sollen die Studierenden zeigen, dass sie behandelte Aspekte des intelligenten, kommunizierenden Fahrzeugs im vernetzten Verkehr in ihrer Gesamtschau verstanden haben, sowie die einzelnen technischen Bestandteile in einfacher, reproduzierender Weise differenzieren können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Grundlagen: Einführung in das Themengebiet und grundlegende Definitionen von Fahrerassistenzsystem (FAS) und Intelligenten Verkehrssystemen (IVS), Einfluss auf Fahrer und Verkehr (Komfort, aktive Sicherheit, Effizienz...), Fahrer-Umfeld-Interaktion

- FAS Funktionen: Klassifikation von FAS- Funktionen, Autonomes Fahren
- Sensorik: Detektion, Datenfusion, Radar, Video, etc.
- MMI: Mensch-Maschine-Interaktion, Menschliche Wahrnehmung, Fahrsimulator
- Navigation: Koordinatensysteme zur Navigation, Map Matching, Positionsbestimmung, Routenplanung



- Sicherheit der FAS: Sicherheitskonzepte beim Betrieb von FAS, Rechtliche Aspekte
- FAS, Einblick in die Praxis: Passive und Aktive Sicherheit, Unfallforschung

### **Lernergebnisse:**

Am Ende der Modulveranstaltung haben die Teilnehmer verstanden, wie moderne Fahrerassistenzsysteme (FAS) funktionieren und welche Entwicklungstrends derzeit in der Automobilindustrie in Bezug auf Navigation, FAS und IVS eingeschlagen werden.

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- sich an die aktuellen Entwicklungstrends in der Automobilindustrie im Bezug auf vernetztes und (teil-) automatisiertes Fahren zu erinnern
- die für derartige Fahraufgaben nötige fahrzeugseitige Sensorik zu differenzieren
- den Stand der Technik der Mensch-Maschine-Interaktion im Rahmen von Fahrerassistenzsystemen zu benennen
- Möglichkeiten der GPS- und sensorgestützten Navigation zuzuordnen
- den Einsatz von Fahrerassistenzsystemen im sicherheitsrelevanten und rechtlichen Rahmen zu charakterisieren

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die Vorlesung besteht hauptsächlich aus Vorträgen, zum Teil werden externe Referenten aus der Automobilindustrie eingeladen, die zu einem Teilgebiet berichten. Daneben werden auch mit FAS-Funktionen ausgestattete Fahrzeuge präsentiert. Die Vorlesungsunterlagen stehen zum Download bereit oder werden in ausgedruckter Form ausgehändigt.

### **Medienform:**

Präsentationen

### **Literatur:**

Bishop (2005): Intelligent Vehicle Technology and Trends, Artech House, London

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Spangler, Matthias Matthias.Spangler@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56056: Urbane Seilbahnen | Urban Ropeways [USB]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung ist eine Klausur von 60 Minuten. Als Hilfsmittel ist nur ein nicht programmierbarer Taschenrechner erlaubt.

Durch Verständnisfragen wird überprüft, ob die Studierenden die verschiedenen Seilbahnsysteme und deren Komponenten verstanden haben. Anhand konzeptioneller Fragestellungen weisen die Studierenden nach, dass sie urbane Räume für eine Eignung des Einsatzes von Seilbahnen beurteilen, einen groben Entwurf für eine Trassierung erstellen sowie Methoden zur Ermittlung einer Nachfrage benennen können. Für Anwendungsszenarien weisen sie nach, dass sie strategische Lösungen zur Integration von Seilbahnen mit anderen Verkehrsmitteln entwickeln können. Anhand von Berechnungsaufgaben weisen die Studierenden nach, dass sie einfache Bemessungsaufgaben lösen können. Sie weisen weiterhin die Kenntnis von rechtlichen Rahmenbedingungen der Genehmigung von Seilbahnen nach.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundständiges Wissen der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, z.B. aus Grundmodul Verkehrstechnik und Verkehrsplanung oder äquivalente Module

#### Inhalt:

- Grundlagen der Seilbahntechnik
- Seilbahntypen
- Technische Komponenten von Seilbahnen
- Seilbahnberechnungen

- Verkehrliche Modellierung
- rechtlicher Rahmen
- Weltweite Praxisbeispiele

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die verschiedenen Seilbahnsysteme und deren Charakteristika zu verstehen,
- die Komponenten von Seilbahnsystemen sowie deren Funktion und Funktionsweise zu beschreiben,
- für ein gegebenes Anwendungsszenario die Eignung von Seilbahntypen zu diskutieren,
- bestehende Nachfrage- und urbane Raumstrukturen nach ihrer Eignung für den Einsatz von Seilbahnen zu kategorisieren,
- eine grobe Trassierung von Seilbahnstrecken, inklusive von dazu nötigen Festlegungen, wie die Höhenlage, Standorte und Art der Stützen und der Stationen vorzunehmen,
- einfache Dimensionierungen eines Seilbahnsystems für ein gegebenes Anwendungsszenario durchzuführen,
- Anforderungen an betriebliche Integration und notwendige Anpassungen des sonstigen ÖPNV zu benennen,
- die rechtlichen Rahmenbedingungen für ein urbanes Seilbahn System zu benennen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrform ist eine Vorlesung mit integrierter Übung. In Vorlesungen werden durch Präsentation mit Anschauungsbeispielen aus der Praxis die theoretischen Grundlagen und Zusammenhänge vermittelt. In integrierten Übungen werden aufbauend auf die theoretischen Grundlagen praktische Beispiele zu ihrer Anwendung in Trassierung und Dimensionierung urbaner Seilbahnen behandelt. Es wird eine Exkursion zu einer Seilbahn durchgeführt.

### **Medienform:**

PowerPoint-Präsentation, eine Exkursion

### **Literatur:**

Moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten – H. Monheim, Ch. Muschwitz, W. Auer, M. Philippi

Elmar Dorigatti, Die Welt der Seilbahnen: Hightech, Rekorde, Faszination (Deutsch) Gebundene Ausgabe – 3. Dezember 2019

Witfrida Mitterer, Immer auf Draht - Seilbahnen vernetzen die Berge (Deutsch) Broschiert – 28. Januar 2019

### **Modulverantwortliche(r):**

Dipl.-Ing. Glöckl, Ulrich

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Urbane Seilbahnen (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Bogenberger K [L], Bogenberger K (Dumler K, Glöckl U), Glöckl U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68005: ICT-unterstützte Unternehmensmodelle für urbane Mobilität | ICT-Enabled Business Models for Urban Mobility** [Unternehmensmodelle für urbane Mobilität]

*ICT-unterstützte Unternehmensmodelle für urbane Mobilität*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Written Term Paper that needs to be submitted at the end of the semester. Students will need to show that they understood the range of possible ICT-enabled business models and that they are able to apply these concepts to actual transportation planning problems.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Transport Planning Models (BV520010)

#### **Inhalt:**

The module introduces students to old and emerging urban mobility services, stimulates ideas in the contemplation of new business models for the evolving urban mobility ecosystem, and furnishes students with the know-how needed to set up their own business. The module and group exercises cover the following topics:

- Evolution of Urban Mobility
- Information Technologies and Transportation
- Urban Mobility Services and Business Models
- Carsharing Models
- Transportation Network Companies vs. Taxis
- Issues Facing Shared Mobility Services (Safety and Security, Insurance, Labor and Employment)

- Integrated Mobility Platforms
- Starting a business in urban mobility (Factors to consider, Financing, Business Plan preparation)

### **Lernergebnisse:**

After completing this module, students will be able to

- Appreciate the different Urban Mobility Services, describe their differences and explain pros and cons.
- Understand the challenges of existing Urban Mobility Business Models
- Identify opportunities for Business in Urban Mobility
- Obtain the know-how to set up an Urban Mobility Business

### **Lehr- und Lernmethoden:**

An interactive class with a combination of lectures and group exercises. The group exercises are presented and discussed in class to give students the opportunity to provide input and also learn from one another.

### **Medienform:**

Präsentationen, Diskussionen und Gruppenübungen während der Veranstaltung

### **Literatur:**

- Committee for Review of Innovative Urban Mobility Services (2016). TRB Special Report 319, Between Public and Private Mobility: Examining the Rise of Technology-Enabled Transportation. Transportation Research Board.
- Lerner, W., & Van Audenhove, F. J. (2012). The future of urban mobility: Towards networked, multimodal cities in 2050. Public Transport International-English Edition, 61(2), 14.
- Rodrigue, J. P., Comtois, C., & Slack, B. (2013). The geography of transport systems. Routledge.
- Armbruster, M. (2015). Start your business now: Your guide for success. Bayerischer Industrie- und Handelskammertag e.V. (BIHK).

### **Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

ICT-Enabled Business Models for Urban Mobility

Matthew Okrah

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU68006: Straßenverkehrssicherheit | Road Safety

[Straßenverkehrssicherheit]

*Straßenverkehrssicherheit*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module is graded by a project work (Projektarbeit) including a final presentation.

The project work deals with road safety, selected in agreement with the students and the instructors. Students must clearly define the research question, the scope of the project and the methodology. Students must carry out a critical evaluation of the results.

The project work must include, at least, the following parts: 1. Literature review, 2. Problem definition, 3. Selection and description of the methodology, 4. Analysis of results and 5. Discussion and conclusions. The project work must apply the content of the module and use the appropriate technical language.

The grade consists of the written part of the project work (70%) and a final presentation (30%) of the project work. The recommended number of pages of the written part is 15-25 pages and the recommended duration of the final presentation is 15-20 min. Students have to work in small teams of 3 to 5 members and clearly define their individual contributions. The evaluation of the written part tests the ability of students to formulate problem statements in the area of road safety, to perform a comprehensive literature review of scientific literature, to design, describe and apply scientific methods and to analyze their results. With the presentation and its discussion, students additionally prove their ability to synthesize and communicate complex road safety problems using the appropriate technical language, and to carry out a scientific discussion about their results.

Examples projects of previous years include:

- Identify significant predictors of injury severity in cyclist crashes
- Determination of Severity of Accidents using Statistical Learning Methods
- An analysis of road traffic accidents in different weather conditions.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

None

**Inhalt:**

The module covers the following topics:

- Crash causation factors and driver behavior.
- Statistical modelling of crashes.
- Alternative road safety measures.
- Vulnerable road users.
- Safety countermeasures in rural and urban roads.
- Tools for road safety management (Road Safety Inspection and Road Safety Audit).
- Road safety campaigns.
- Economic assessment.
- Connected and automated vehicles.
- Driving assistance systems.

**Lernergebnisse:**

After completion of this module, students are able to:

- Describe road crash causation factors related with driver, vehicle and infrastructure.
- Explain the process and goals for road safety inspections and road safety audits.
- Implement economic assessments of road safety.
- Identify risks and measures for vulnerable road users.
- Identify safety issues at various types of road infrastructure.
- Conduct statistical analysis from road safety databases.
- Predict the road safety level of road facilities based on rigorous statistical techniques.
- Design safety countermeasures to address specific safety problems.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of two lectures, one on introductory and one on advanced road safety concepts. Both classes are interactive and alternate lecture sessions with exercises (individual) and small projects (not graded, to be completed during the class and presented by small groups of students).

**Medienform:**

Slides for the presentations used in the class. Datasheets, plans or maps for the exercises and projects.

**Literatur:**

- Simon P. Washington. Statistical and econometric methods for transportation data analysis. CRC Press (2011).
- Hauer, Ezra. Art of Regression Modeling in Road Safety. Springer (2014).



- Additional journal and conference papers will be provided and examined in the class.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Costantinos Antoniou Prof. Dr. Rolf Moeckel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU70006: Statistisches Lernen und Datenanalyse für Verkehrssysteme | Statistical Learning and Data Analytics for Transportation Systems [Statistisches Lernen und Datenanalyse für Verkehrssysteme]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The coursework is evaluated based on 4 problem sets (Übungsleistung), aimed at assessing the students' achievement of the learning outcomes. This method of evaluation has been chosen based on the nature of the module (working with real data, and exploring the applicability of alternative analysis methods).

Each individual problem set/homework assignment will aim at demonstrating that the students have understood the concepts presented in a specific topical set of lectures. The students will use synthetic and real data to demonstrate that they have learned the presented material. The module uses the freely available R software, but the students will be allowed to complete the problem sets in other environments (e.g. matlab, python), if they prefer that. Each problem set will be graded individually and the final grade will be obtained as the weighted average of the individual grades (the weights will be determined based on the work-load associated with each problem set).

This module is also available to the participants of the TUM Skills Excellence Program. For the participants of this programme there are 20 places available.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

linear algebra, applied statistics

**Inhalt:**

The module provides the participants with an overview of the advanced methods that are available to perform statistical learning and big data analytics for transportation systems analysis. The following key areas will be covered:

- Visualization of high dimensional data
- Dimensionality reduction and data mining techniques
- Clustering and classification for high dimensional data
- Statistical Learning
- Going beyond (linear) regression
- The EM Algorithm
- Time series modeling and forecasting
- State space model and solution approaches, e.g. Kalman Filters

**Lernergebnisse:**

After the completion of the module, the students will have established a solid theoretical foundation and knowledge base for statistical learning and data analytics. The aims of this module enable the students to:

- identify appropriate statistical learning and data analytics methods for a given transportation systems data set and research question;
- understand the ideas behind the methods, their purposes, their assumptions and their limitations;
- apply statistical learning and data analytics techniques using R (or another suitable software tool, e.g. matlab or python, if they so choose), and interpret the results;
- critically evaluate statistical learning and data analytics results from the literature.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Format: Lecture with integrated practical exercises;

Lectures introduce the students to the concepts of statistical learning and data analytics using slide presentations, supported by whiteboard writing and discussions, and provide an overview of the available quantitative methods for statistical learning, big data analytics, and interpretation of the results. All methods and the calculation will be illustrated with real data sets, using open source statistical software. The given problems sets will be completed individually by each participant.

**Medienform:**

Presentation slides, whiteboard, readings

**Literatur:**

- Wolfgang Karl Härdle (2011) Applied Multivariate Statistical Analysis 3rd Ed.
- Brian Everitt, and Torsten Hothorn, (2011) An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R. Springer
- Robert H. Shumway, David S. Stoffer, (2017) Time Series Analysis and Its Applications, 4th Ed. Springer

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou (c.antoniou@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU70007: Spezielle Themen zur Modellkalibrierung | Special Topics on Model Calibration** [Ausgewählte Themen der Kalibrierung von Verkehrsmodellen]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The expected learning outcome is verified in the form of a project work with an included presentation. The work is composed of 1 integrated project that each student undertakes individually, aimed at assessing the students' achievement of the learning outcomes.

The project is designed to enable the participants, to demonstrate their ability of applying the presented calibration concepts in several stages (15% data analysis and preparation, 10% development of the experimental design, 25% choice and implementation of the calibration algorithm, 15% integration in the simulation platform, 15% execution of the simulations, 20% capture and analysis of the results). This method of evaluation has been chosen based on the nature of the course (working with real data and software, and exploring the applicability of alternative analysis methods to achieve a well-defined goal). A final presentation will provide the opportunity to the students to organize their work, and receive more formal feedback, while the main deliverable will be the final report, which should be between 30 and 50 pages. The final grade will be determined as a weighted average of the presentation and final report in the following way: final presentation 25%, final report 75%.

This module is also available to the participants of the TUM Skills Excellence Program. For the participants of this programme there are 30 places available.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Traffic simulation and optimisation fundamentals are useful, but not strictly required; familiarity with scripting (e.g. in matlab/python) is a plus

### **Inhalt:**

The content of the module aims to provide the participants with an overview of the core calibration and validation principles for transportation systems analysis, as well as a hands-on practical semester-long project that will allow them to apply what they learn to a real-world problem with state-of-the-art software. The following key areas will be covered:

- Development of an overall calibration and validation procedure
- Identification and selection of calibration and validation parameters
- Choice of suitable goodness-of-fit measures
- Data cleaning and quality assessment
- Sensitivity analysis
- Management of massive computational complexity
- Assessment, analysis and exploitation of calibration and validation outputs
- Visualization and systematic presentation of outputs and results

### **Lernergebnisse:**

After the completion of the course, the student will be in a position to perform, assess and evaluate systematic calibration procedures for all types of simulation models. The aims of this course enable the students to:

- identify appropriate calibration and validation procedures for a given transportation systems data set and research question;
- understand the ideas behind the main calibration and validation methods, their purposes, their assumptions and their limitations;
- apply systematic calibration and validation methods using suitable software tools (e.g. interfaces based on matlab or python, as well as transport simulation software), and interpret the results;
- critically evaluate calibration and validation outputs and prepare outputs for use by different types of decision makers (engineers, managers, policy-makers)

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Format: Project

Lectures introduce the students to the concepts of model calibration and validation using slide presentations, supported by whiteboard writing and discussions, and provide an overview of the available quantitative methods. Suitable software is introduced by the lecturers and provided to the students, along with all necessary data, in order to perform the required project work. The software comprises the traffic simulation software sumo, along with a matlab interface and python interfaces linking matlab and sumo. The students need to primarily interact with the software platform primarily through the matlab interface, through which they develop and execute the calibration algorithms. At the end of the project, the participants need to describe the algorithm that they implemented, document the process they followed in applying the experimental setup, summarize the simulation results that they obtained and comment on them (e.g. identify limitations, or aspects they could have improved). The lecturers work with the students during the remaining

time, and the students also work individually between lectures. The project work will be completed individually by each participant.

**Medienform:**

Presentation slides, whiteboard, readings, software and data

**Literatur:**

Daamen, W., Buisson, C., & Hoogendoorn, S. P. (Eds.). (2014). Traffic Simulation and Data: Validation Methods and Applications. CRC Press.

Antoniou, C., J. Barcelo, M. Brackstone, H.B. Celikoglu, B. Ciuffo, V. Punzo, P. Sykes, T. Toledo, P. Vortisch and P. Wagner (2014), Traffic Simulation: Case for Guidelines, (M. Brackstone, V. Punzo, eds), JRC Scientific and Technical Research Report, EUR 26534 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-35578-3.

Antoniou, C., J. Barceló, M. Breen, M. Bullejos, J. Casas, E. Cipriani, B. Ciuffo, T. Djukic, S. Hoogendoorn, V. Marzano, L. Montero, M. Nigro, J. Perarnau, V. Punzo, T. Toledo and H. van Lint (2016). Towards a generic benchmarking platform for OD flows estimation/updating algorithms: design, demonstration and validation. Transportation Research Part C, 66, pp. 79-98.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Special Topics on Model Calibration (Projekt, 2 SWS)

Antoniou C [L], Antoniou C, Cantelmo G, Qurashi M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU70008: Urbane Verkehrssysteme: Betriebsforschung und neue Mobilitätstechnologien | Urban Transportation Systems: Operations Research and Emerging Mobility Technologies [Urban Transportation Systems]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Only for SS2020: The examination of the module consists of one final written exam (60 min) on operations research and one take-home essay to be written for emerging mobility technologies.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Applied probability and statistics (e.g. BGU70009)

#### **Inhalt:**

The module provides students with an overview of the advanced mathematical analytics for modeling operations of urban transportation systems. The module covers the following components:

- Probabilistic modeling (Poisson Processes, Geometric Probability, Perturbation, Crofton's Method)
- Queueing Theory and Its Applications (Birth-and-Death Process)
- Network Optimization Models (Shortest-Path, Maximum Flow, Minimum Cost, Facility Location)
- Linear Programming (Network Simplex Method)



Besides, this module provides its students with an overview of the effects of emerging forms of transportation, such as ride-hailing and Mobility-as-a-Service (MaaS). The literature on behaviour effects and traffic externalities is analysed in detail, and then the elements for the regulation of these technologies are discussed. The following key areas will be covered:

- The concept of sharing economy
- Ride-hailing: effects on travel behaviour and traffic externalities
- Ride-hailing and substitute modes: competition and increased efficiency
- Regulation of ride-hailing: pricing and optimal fleet size.
- Shared fleet optimal deployment and optimal routing.
- Mobility-as-a-service: bundling future transportation modes.
- Shared mobility and vehicle ownership: future scenarios and the role of the regulator.

### **Lernergebnisse:**

After completion of the module, the students will understand the methodological and empirical basis for the analysis of emerging transportation technologies such that ride-hailing, shared ride-hailing and mobility as a service. The students will have established a solid theoretical foundation and knowledge base for modeling of urban transportation and service systems. Therefore, the students are able to:

- understand the mathematics behind urban operation research methods, their assumptions and limitations;
- apply modern techniques to formulate a mathematical operations research model and interpret the results;
- identify the main analytical models (e.g., optimization models) and econometric tools for the analysis of behaviour and traffic effects of such technologies.
- design an economic model for the regulation of ride-hailing and to solve it.
- discuss the latest research on merging transportation modes and identify the main elements that a regulation should have.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of lectures with integrated exercises.

Lectures introduce the students to the concepts of probabilistic analysis and modeling, queueing models, graph theory, and linear programming methods for modeling urban transport systems or network-wide optimization.

Besides, integrated practical exercises provide the students with the theoretical basics of the assessment of emerging modes, e.g. the various parts of appropriate optimization and econometric models presented in the literature. A social welfare maximization model for the regulation of ride-hailing will be solved in the lectures by the students with support from the lecturer, and applied to realistic scenarios using empirical values for input variables and attributes. State-of-the-art papers will be presented and discussed.

Along the course, lectures will use slide presentations, supported by whiteboard writing. Student discussion and active participation will be encouraged throughout the lectures. All methods and calculations will be illustrated with practical examples. Exercises will be given to students following each major topic, and the solutions will be presented and explained in the lectures.

The module will be shifted to the winter term, starting with winter semester 2022/23.

**Medienform:**

The contents are provided with presentation slides, whiteboard, exercises, readings.

**Literatur:**

- Circella, G., F. Alemi, K. Tiedeman, S. Handy and P. Mokhtarian (2018). The Adoption of Shared Mobility in California and Its Relationship with Other Components of Travel Behavior Report, National Center for Sustainable Transportation, United States.
- Docherty, I., G. Marsden and J. Anable (2018). The governance of smart mobility. Transportation Research Part A: Policy and Practice 115: 114-125.
- Hall, J. D., C. Palsson and J. Price (2018). Is Uber a substitute or complement for public transit? Journal of Urban Economics 108: 36-50.
- Henao, A. and W. E. Marshall (2018). The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled. Transportation <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9923-2>.
- Hillier, S. F., Lieberman, J. G. (2001) Introduction to operations research, 7th ed., McGraw-Hill
- Kamargianni, M. and M. Matyas (2017). The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service. 96th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting, 8-12 January 2017, Washington DC.
- Larson, R. and Odoni, A. (1981) Urban Operations Research, Prentice Hall, (available at: [http://web.mit.edu/urban\\_or\\_book/www/book/](http://web.mit.edu/urban_or_book/www/book/))
- Matyas, M. and M. Kamargianni (2018). The potential of mobility as a service bundles as a mobility management tool. Transportation.
- Rader, J. D. (2010) Deterministic Operations Research: Models and Methods in Linear Optimization. John Wiley and Sons
- Shaheen, S. (2018). Shared Mobility: The Potential of Ridehailing and Pooling. Three Revolutions. Island Press, Washington, DC: 55-76.
- Tirachini, A. and A. Gómez-Lobo (2018). Does ride-hailing increase or decrease vehicle kilometers traveled (VKT)? A simulation approach for Santiago de Chile. International Journal of Sustainable Transportation. Forthcoming.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV340019: Entwurf und Bemessung von Straßen und Eisenbahnen | Road and Rail Design

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf [Angabe der alternativ geplanten Prüfungsform oder der elektronischen (Fern-)Prüfung] umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer mündliche Fernprüfung (Closed Book | Anforderung an Internetverbindung: Hoch).Alternativ wird auch eine Präsenzprüfung angeboten werden.

Das Ziel der mündlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die für die Bemessung des Straßen- und Eisenbahnoberbaus sowie Sonderflächen (Flugbetriebs- und Industrieflächen) maßgebenden Beanspruchungen und Modelle zur Berechnung verstanden wurden und komprimiert unter Zeitdruck wiedergegeben und angewendet werden können. Hierfür müssen Problemstellungen aus dem Bereich des Straßen- und Eisenbahnoberbaus analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Kinematik und Fahrdynamik BV 340007,  
Bau von Verkehrsinfrastruktur BV 340008,  
Entwurf von Verkehrswegen BV 340009

**Inhalt:**

Oberbauberechnung und -bemessung, Gleislagestabilität, Konstruktive Durchbildung und Bemessung von Feste Fahrbahn Systemen, Oberbaukomponenten und Prüfverfahren, Fahrwegsysteme für Stadtbahnen; Grünes Gleis, Lärm- und Erschütterungsschutz; Unterhaltungsmanagement

Der Entwurf und die Bemessung von nachhaltigen Asphalt- und Betonstraßen, auch im Hinblick auf Umwelt- und Landschaftsschutz, setzen Kenntnisse der Beanspruchungen sowie die Prinzipien der Lastabtragung voraus. Dazu werden folgende Kenntnisse vermittelt: Fahrbahnmodellierung und Berechnung, Bemessung flexibler Fahrbahnen, Bemessung von unbewehrten und bewehrten Betondecken, Sonderflächen mit besonderer Beanspruchung, Straßenerhaltung und Erneuerung, Umweltaspekte beim Straßenentwurf, Lärmschutzmaßnahmen.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die Beanspruchung Straßen- und Eisenbahnoberbauformen hinsichtlich Verkehrs- und Zusatzlasten (Temperatur) zu verstehen, Kenntnisse der Bemessungsverfahren beim Entwurf anzuwenden und die konstruktive Umsetzung hinsichtlich der Sicherheit zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen mit integrierten Übungen - mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Berufserfahrung des Dozenten profitieren können. Es werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. Filme sind in die Präsentationen integriert. Der Vorlesungsstoff wird mittels Hörsaalübungen vertieft, dabei werden Übungsbeispiele durchgerechnet.

**Medienform:**

Skript, Aufgabenblätter, Powerpoint-Präsentationen, Tafelarbeit, Videos, Exkursion

**Literatur:**

Vorlesungsskript

Bernhard Lichtberger, Track Compendium; Eurailpress; ISBN 3-7771-0320-9

Coenraad Esveldt; Modern railway track; MRT Productions; ISBN 90-800324-3-3

T.F.Fwa; The Handbook of Highway Engineering; Taylor and Francis ISBN 978-0-8493-1986-0

**Modulverantwortliche(r):**

Stephan Freudenstein (stephan.freudenstein@vwb.bv.tum.de) Bernhard Lechner  
(bernhard.lechner@vwb.bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Road Design (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Lechner B [L], Lechner B, Simon C

Rail Design (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Lechner B [L], Lechner B, Stahl W, Freudenstein S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV520009: Projektbewertung und Planungsprozesse im Verkehr | Project Appraisal and Planning Processes in Transportation**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer 120-minütigen Klausur, in der die Studierenden ohne Hilfsmittel und unter zeitlichem Druck nachweisen, dass sie die Konzepte der Verkehrsökonomie und der ökonomischen Bewertungsmethoden verstanden haben und komprimiert wiedergeben können. Des Weiteren zeigen sie Lösungen zu verschiedenen Anwendungsszenarien auf. Weiterhin zeigen die Studierenden, dass sie die Grundlagen der Planungsverfahren, der Verkehrspolitik und deren Wirkungen, Kosten und Finanzierung sowie die Realisierung und Evaluation von Projekten korrekt erklären und anhand von Beispielen und eigenständiger Argumentation illustrieren können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

-

#### **Inhalt:**

Das Modul befasst sich mit Planungsprozessen und der Projektbewertung im Verkehr. Zunächst wird in die grundlegenden Prinzipien und Konzepte der Verkehrsökonomie und der Systembewertung eingeführt. Die Schwerpunkte werden auf ökologische und wirtschaftliche Bewertungsmethoden im Hinblick auf das Verkehrswesen gesetzt. Die Studierenden erlernen Theorien und Methoden zur Bewertung der ökologischen Auswirkungen des Verkehrs. Grundlegende Konzepte werden auf aktuelle Beispiele angewendet. Weiterhin werden ökonomische Bewertungsmethoden, wie z.B. die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) oder die Multi-

Kriterien-Analyse (MKA), sowie entsprechende Anwendungen vorgestellt und die Einsatzgrenzen spezifischer Bewertungsverfahren diskutiert. Zudem werden im Rahmen der Verkehrsökonomie Konzepte der Verkehrsnachfrage, von Kosten und von Technologien dargestellt und erörtert. Ferner werden die strategische Planung auf internationaler und nationaler sowie auch auf der lokalen und regionalen Ebene behandelt. Weitere Themenkomplexe sind Projektentwicklung und Genehmigung, Machbarkeitsstudien sowie Umgebungseinschätzung. Die Studierenden befassen sich zudem mit der Finanzierung und Umsetzung von Verkehrsprojekten sowie mit der regionalen Steuerung.

### **Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls können die Studierenden den mehrstufigen Zusammenhang ökologischer und ökonomischer Aspekte des Verkehrs analysieren und interpretieren. So sind die Studierenden z.B. aus ökonomischer Sicht in der Lage, eine geeignete Bewertungsmethode zu identifizieren und sie korrekt anzuwenden. Ferner verstehen sie die relevanten Stufen eines Planungsprozesses. Die Studierenden sind auch in der Lage, wichtige Fachbegriffe aus dem Bereich der Verkehrsökonomie und der ökonomischen Bewertungsmethoden zu definieren.

Des Weiteren sind die Studierenden imstande:

- formelle und informelle Planungsinstrumente, TeilnahmeprozEDUREN, Machbarkeitsstudien, Kosten und Finanzierung von Verkehrsprojekten, deren Realisation und Bewertung in Deutschland und Europa zu erkennen
- die Theorien und Grundlagen der Planung und Verkehrspolitik anzuwenden
- die grundlegenden Elemente der Planung auf viele verschiedene Kontexte anzuwenden
- die Haupteinflussfaktoren der Planungspolitik zu erkennen und Mobilitätskonzepte zu erstellen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen und einer Übung. Der Vorlesungsinhalt wird anhand von Präsentationen, PowerPoint-Folien und interaktiven Diskussionen vermittelt. Durch praktische Beispiele, die auch Berechnungen beinhalten, werden die theoretischen Grundlagen erläutert. Gruppenarbeit und Übungen mit weiteren Beispielen ermöglichen ein tieferes Verständnis. Die Studierenden sollten das erworbene Wissen mit Hilfe der empfohlenen Literatur vertiefen.

### **Medienform:**

PowerPoint, Übungsblätter, Tafelarbeit

### **Literatur:**

Blauwens, G.; De Baere, P.; Van de Voorde, E. [2008]: Transport Economics. Third Edition. De Boeck, Antwerpen.

Haezendonck, E. [2007]: Transport Project Evaluation - Extending the Social Cost-Benefit Approach. Edward Elgar, Cheltenham, Northampton.

Varian, H. R. [2006]: Intermediate Microeconomics - A Modern Approach. Seventh Edition. W. W. Norton & Company, New York, London.

Edwards-Jones, G.; Davies, B.; Hussain, S. [2000]: Ecological Economics - An Introduction. Blackwell Science, Oxford.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Vertiefung 11: Water-Food-Energy Nexus | Field of Study 11: Water-Food-Energy Nexus

### Pflichtmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU46038: Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement | Principles and Applications of Land Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The assessment is based on a written exam of 90 minutes with open questions. Such open question test to which extent students can individually formulate feasible and plausible answers in their own words in relation to descriptions, explanations and analysis of basic conceptualisations of land management and landscape management. In addition, the open question should test to which extent students are able to formulate judgements and appropriate solutions for land management challenges and formulate appropriate research questions in relation to land management themes. During the exam only a hardcopy dictionary and a calculator are allowed.

Note in view of the limitations on university operations as a result of the CoViD19 pandemic: If the basic conditions (hygiene, physical distance rules, etc.) for a classroom-based examination cannot be met, the planned form of examination can be changed to a written or oral online examination in accordance with §13a APSO. The decision about this change will be announced as soon as possible, but at least 14 days before the date of the examination by the examiner after consultation with the board of examiners of the respective study program.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basic understanding of of law and environmental systems.

**Inhalt:**

This module will provide foundational knowledge for sustainable land management in both rural and urban areas by a combination of two complementary approaches: land administration and landscape planning.

Land administration comprises of 4 fundamental components: cadastral land surveying, land registration, land valuation and land development. These components together rely on a land information infrastructure and provide the basis for systematic and comprehensive land interventions.

The module will address the guiding principles, formal instruments and procedural elements of Landscape Planning; present methodological approaches for the assessment of natural assets and landscape functions including methods and tools for data collection, analysis and evaluation; illustrate target formulation and implementation strategies with examples from the planning practice.

**Lernergebnisse:**

On successful completion of the module, participants should:

1. recognize, describe and explain core concepts and principles of responsible and smart land management, land administration and landscape management.
2. explain and apply basic tools, instruments and procedural elements of land administration (including cadastral mapping and land registration) and landscape management.
3. select appropriate methods and tools to design assess natural assets and landscape functions.
4. judge and assess the role and application of land management tools and instruments in the context of sustainable development challenges and requirements.
5. be able to transfer principles and apply tools of land management to secure land tenure, develop and plan urban and rural regions in a responsible and sustainable manner.

**Lehr- und Lernmethoden:**

This module relies on active learning methods. The required background knowledge on each of the topics is introduced via both verbal/frontal lectures and via open access background papers and articles (which students have to read and comprehend during and via self study hours). Students are required to apply this knowledge either individually and/or in groups in exercises. The exercises are structured such that students have to combine different sources in order to derive and formulate feasible answers and/or solutions. The exercises are based on actual cases in both Germany and abroad. These seminar type exercises aim to transfer this knowledge for developing a tenure responsive and/or ecologically sustainable strategy at the neighbourhood and/or a national scale. Through these exercises the application of knowledge is practiced. For the exam these knowledge application experiences are required.

**Medienform:**

Lectures provide subject specific knowledge; class discussions of selected readings engage students in critical thinking.

**Literatur:**

Haaren, Chr. v., Galler, C. & S. Ott (2008): Landscape planning. The basis of sustainable landscape development. Ed. by Federal Agency for Nature Conservation; Further thematic reading will be made available in connection with the lectures and the seminar

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Walter Timo de Vries wt.de-vries@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement (Vorlesung, 4 SWS)

de Vries W, Pauleit S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46039: Ethik in Wissenschaft und Technologie | Ethics in Science and Technology

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                          |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig   | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt über eine wissenschaftliche Ausarbeitung (max. 5 Seiten).

Die Studierenden nehmen aktiv am Seminar teil und beteiligen sich an den Diskussionen. Die zusammenfassenden Diskussionen ermöglichen den Studierenden eine kontinuierliche Überprüfung ihrer Argumentationskompetenz. Durch das Studium von Vertiefungstexten und Projektbeispielen erwerben sich die Studierenden Kenntnisse über die gesellschaftlichen Herausforderungen des Themenkomplexes "Nexus - Water-Food-Energy" und präsentieren diese in einem Vortrag (ca. 20 Minuten) und begründen ihren Standpunkt in einer schriftlichen Zusammenfassung.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Studierende müssen zunächst das Basis Seminar besuchen um dann in der fortgeschrittenen Veranstaltung das Wissen in der Projektarbeit zu vertiefen.

#### Inhalt:

NaturwissenschaftlerInnen und IngenieurInnen in der Wissenschaft und in der Wirtschaft stehen teils unvermittelt zu Beginn ihrer beruflichen Laufbahn vor moralischen Herausforderungen, auf die sie das traditionelle Studium meist kaum vorbereitet hat. Diese können in der Diskussion aktueller Ereignisse mit Laien genauso wie in der Entscheidung zur Verwirklichung naturwissenschaftlicher Innovationen in Forschung und Industrie in Erscheinung treten. In einem einführenden Seminar

erarbeiten die Studierenden Grundmodelle ethischer Argumentationen. Anschließend bearbeiten sie praxisnah ethische Herausforderungen mit konkreten Projektbeispielen aus dem Nexus - Themenkomplex "Water-Food-Energy".

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden entwickeln ein besseres Verständnis für die Natur des wissenschaftlichen Arbeitens im Rahmen von interdisziplinären Zusammenhängen (Nexus - Water, Food, Energy). Sie lernen die wichtigsten ethischen Theorien kennen und können diese anwenden. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, fachliche und normative Dimensionen eines Problems professionell zu trennen und mit Hilfe nachvollziehbar gewichteter Kriterien zu einer Entscheidung zu kommen. Die Kompetenzen Problemdifferenzierung, reflektorische Argumentation und kritische Urteilskraft werden explizit gefördert. Die Studierenden können interdisziplinäre Projektarbeiten einschätzen und bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Textlektüre, Erschließung der Inhalte von Vorträgen, Problemdifferenzierung, Referate, Einzel- und Gruppenarbeit, Diskussion, Präsentation und schriftliche Ausarbeitung.

**Medienform:**

Reader, Powerpoint, Filme, Webplattform

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Dr. rer. nat. Eva Sandmann sandmann@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ethik in Wissenschaft und Technologie - Teil 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Sandmann E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Wahlmodule | Elective Modules

### Modulbeschreibung

## WZ2394: Fisheries Management | Fisheries Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Current information regarding the limited activities with physical presence due to the CoViD19-pandemic:

In case the framework requirements (hygienie, distance rules etc.) for examinations with physical presence are not met, the planned examination format can be changed to a digital (remote) examination according to §13a APSO. The decision on this change will be communicated as soon as possible, however latest 14 days before the actual examination date, by the responsible examiner in coordination with the examinations board.

The examination consists of a 60 min. written exam (Klausur). The examination means to measure the student's ability to assess anthropogenic influence on aquatic ecosystem functioning, evaluate the socioeconomic importance of fisheries and aquaculture, explain factors affecting susceptibility to and recovery from overexploitation and recall fisheries management tools for wild populations as well as of the underlying biological principles such as fish population dynamics. In the written examination students demonstrate by answering questions under time pressure and without helping material their theoretical and practical (e.g. application of methods) knowledge about fisheries management. For answering the questions, the students require their own wording.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Interest in aquatic biology, social sciences, conservation biology and management; this course can be selected

independently from other courses in the fields of Fish Biology and Limnology at TUM

**Inhalt:**

The module combines the theoretical background and the practical implementation of fisheries management. The key aspects are:

1. Introduction to fish, shellfish and fisheries management,
2. The socioeconomic importance of fisheries and aquaculture,
3. The functioning of aquatic ecosystems and the impacts of fisheries on aquatic ecosystem health,
4. Factors affecting susceptibility to and recovery from overexploitation,
5. Fisheries Management Tools for wild populations,
6. Aquaculture,
7. Aquatic Biodiversity Conservation,
8. Case study (research projects)

**Lernergebnisse:**

At the end of the module students understand the importance of aquatic resources for mankind and the variables which influence ecosystem functions. They are able to analyze the effects of natural and man-made disturbances in aquatic ecosystems (e.g. overexploitation) based upon an interdisciplinary understanding of methodological aquatic and fisheries biology, human dimensions, socioeconomic factors and management skills. In addition, students are able to objectively integrate knowledge from different disciplines (e.g. fish biology, commercial fishing techniques, fish stock assessment and management) to evaluate sustainable resource management.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module combines a lecture "Fisheries Management" with an accompanying practical exercise "Applied Fisheries Management". The lecture contents will be presented using lectures based on power-point presentation, group work and interactive role plays in order to combine activating teaching methods with classic presentation techniques. In the accompanying practical exercise to the lecture the students will apply the gained theoretical knowledge by conducting case studies or participating research experiments with various fisheries related content. The content of the practical work is incorporated into running research projects at the chair (e.g. habitat restoration, artificial breeding programmes, fish stock assessment). Additionally, the students learn to independently screen the respective literature in this field and learn methods in science communication.

**Medienform:**

Form of presentation: lecture, case study, movie segment and practical training  
material: lecture notes, flip-chart/board, plus different materials for methodological/technical training: different, e.g.  
fish scales for age determination

**Literatur:**

1. King (2007) Fisheries Biology, Assessment and Management
2. Helfman (2007) Fish Conservation: A guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources
3. Moyle & Cech (2004) Fishes An introduction to Ichthyology
4. Primack (2008) A primer of conservation biology

**Modulverantwortliche(r):**

Jürgen Geist [geist@tum.de](mailto:geist@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Fisheries Management (Vorlesung, 2 SWS)

Geist J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU38019: Anaerobtechnik und Energierückgewinnung | Anaerobic Processes and Energy Recovery

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen im Bereich der Energierückgewinnung aus urbanen Reststoffströmen verstanden wurde und unterschiedliche Verfahrensansätze vergleichend angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Im theoretischen Teil müssen Verständnisfragen zu grundlegenden Zusammenhängen beantwortet werden. Im Rechenteil müssen, basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, unterschiedlichste Fragestellungen analysiert und berechnet werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt. Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

#### Inhalt:

- Grundlagen des anaeroben Abbaus

- Co-Vergärung
- Power-to-Gas
- Klärschlammbehandlung
  - o Landwirtschaftliche und thermische Verwertung
  - o Phosphorrückgewinnung

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- sich an die grundlegenden Verfahrenskonzepte zu erinnern,
- die jeweiligen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verfahren für die konkrete Anwendung zu analysieren und vergleichend zu bewerten,
- sowie einfache Ansätze zur Berechnung und Dimensionierung derer zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Inhalte der Vorlesung werden anhand praxisnaher Beispiel vermittelt. Mittels Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. In der in die Vorlesung integrierten Übung wenden die Anwesenden das Gelernte auf ähnliche Aufgaben an und verinnerlichen dabei die Herangehensweise. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

### **Medienform:**

Beamer, Tafel, empfohlene Literatur

### **Literatur:**

Appels, L., Baeyens, J., Degreè, J., Dewil, R., 2008. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. Prog. Energy Combust. Sci. 34, 755–781.

Chen, Y., Cheng, J.J., Creamer, K.S., 2008. Inhibition of anaerobic digestion process: A review. Bioresour. Technol. 99, 4044–4064.

Kelessidis, A., Stasinakis, A.S., 2012. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. Waste Manag. 32, 1186–1195.

Roskosch, A., Otto, S., 2014. Technical Guide on the Treatment and Recycling Techniques for Sludge from Municipal Wastewater Treatment with references to Best Available Techniques (BAT). Fed. Environ. Agency Ger.

Wiechmann, B., Dienemann, C., Kabbe, C., Brandt, S., Vogel, I., Roskosch, A., 2013. Sewage sludge management in Germany. Umweltbundesamt, Bonn.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Konrad Koch, k.koch@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38033: Urban Water-Energy-Food Nexus Planung | Planning the Urban Water-Energy-Food Nexus

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Projektarbeit erbracht. Die Projektarbeit wird in kleinen Gruppen von Studierenden durchgeführt, wobei für jedes Gruppenmitglied ein individueller thematischer Schwerpunkt definiert wird. Ziel der Projektarbeit ist der Nachweis, dass die Grundlagen verschiedener technischer und nicht-technischer Komponenten eines integrierten städtebaulichen Ansatzes verstanden wurden und damit einfache städteplanerische Konzepte und Projekte entwickelt werden können. Die intensive Auseinandersetzung mit der Materie, die durch den Projektcharakter erforderlich ist, beweisen die Studierenden ein vertieftes Verständnis dieser Komponenten und die Fähigkeit, diese innovativ kombinieren zu können. Dieses Verständnis wird anhand von städteplanerischen, geografischen Informationssystem-, rechnerischen und modellierungs-Methoden nachgewiesen. Durch die Präsentation der Projektarbeit mit einer anschließenden kurzen Diskussion, zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit, ihre entwickelten Konzepte, Ansätze und Methoden einem fachkundigen Publikum zu präsentieren und zu erklären.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

#### Inhalt:

In diesem Modul sollen Konzepte, Ansätze und Methoden für die integrierte Stadtplanung vermittelt werden. „Good Practice“ Beispiele werden zunächst allgemein diskutiert und anschließend bezogen auf die konkreten Anwendungen in einer Case Study Stadt besprochen.

Das Modul umfasst zusätzlich die Konzepte und Hintergründe zu den Themen Verstädterung, Globalisierung, Klimawandel, Umweltherausforderungen, Nachhaltigkeitsziele wie UN Sustainable Development Goals (SDGs) sowie Inhalte aus der aktuellen Forschung zur Wasserwiederverwendung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die kontextuellen Herausforderungen und bestehende Konzepte, Ansätze und Methoden zu kennen und zu beschreiben
- Internationale Entwicklungsdynamiken des natürlichen Ressourcenkonsums zu verstehen und zu erklären
- Technische und nicht-technische Komponenten eines integrierten städtebaulichen Ansatzes auszuwählen und gegenüberzustellen
- Technische und nicht-technische Komponenten eines integrierten städtebaulichen Ansatzes situationsspezifisch zu beurteilen
- Innovative Konzepte und Kombinationen dieser Komponenten zu entwickeln

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Modulveranstaltung wird in Form einer Vorlesung mit Seminar Anteil angeboten. Die Inhalte werden in Form einer Vorlesung mit integrierter Diskussion vermittelt werden. Darüber hinaus werden gezielt Inhalte von den Studierenden in Gruppenarbeit erarbeitet. Zusätzliche Exkursionen dienen der Vertiefung und Diskussion der gelernten Inhalte.

**Medienform:**

Präsentationen, Gruppenarbeit

**Literatur:**

Hoff, H. (2011). Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm, pp. 52.  
Gondhalekar, D. and T. Ramsauer (2017). Nexus City: operationalizing the urban Water-Energy-Food Nexus for climate change adaptation in Munich, Germany. Urban Climate 19: 28–40, DOI: 10.1016/j.uclim.2016.11.004 [OA]

**Modulverantwortliche(r):**

Daphne Keilmann-Gondhalekar

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46029: Summer School zum NeXus Water Food Energy | Summer School of NeXus Water Food Energy [NeXus]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>100        |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Example topics include: Pesticide pertinence, water treatment, erosion and contamination from diffusive sources, Water resources management, hydrology and climate, land use and urban growth dynamics, biodiversity and restoration of aquatic ecosystems and responsibility to resources in the Nexus context. The summer school takes place in the Oskar-von-Miller Institut near Garmisch-Partenkirchen and at TUM City Campus.

The scientific format of the summer school includes both keynote talks and lectures by leading experts in the fields of life and water sciences from our partner universities and TUM, as well as project presentations by students and discussion groups. The summer school is also meant to increase the scientific collaboration and student exchange between all our partner universities and TUM.

#### Lernergebnisse:

**Lehr- und Lernmethoden:**

**Medienform:**

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46040: Meeres- und Windenergie | Ocean and Wind Energy [OWE]**

*Potentiale, Grundlagen und technische Möglichkeiten der Nutzung von Meeres- und Windenergie*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung ist eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch die Klausur wird überprüft, ob die Studierenden in der Lage sind, in begrenzter Zeit Lösungswege in Bezug auf die Abschätzung der Potenziale regenerativer Energiequellen, des Technologieeinsatzes der Meeres- und Windenergie sowie der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen dieser Energieträger aufzuzeigen. In den allgemeinen Fragen wird das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Technologie und Randbedingungen in Planungen und Auslegungen von Energiewandlungsanlagen abgeprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Hydromechanik,

z.B. Vorlesungen

Fluidmechanik, Modul-Kennung BV410008

Hydromechanik, Modul-Kennung BV410013

Fluid- und Festkörpermechanik, Modul-Kennung BV410014

### **Inhalt:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und gibt einen Überblick über die regenerativen Energiequellen Wind- und Meeresenergie und die Technologien zu deren Nutzung in Grundlagen und Beispielen.

Für die erneuerbaren Energieträger Windenergie und Meeresenergie (Gezeiten- Strömungs-, thermische, osmotische und Wellenenergie) werden jeweils folgende Aspekte betrachtet:

- \* Überblick über die grundsätzlichen Nutzungsmöglichkeiten
- \* Entstehung, Größe und Verteilung der Potentiale
- \* historische Entwicklung der Technologie zur energetischen Nutzung
- \* theoretische Grundlagen der Energiewandlung
- \* Funktionsweise, Aufbau und Eigenschaften der etablierten als auch von vorgeschlagene oder in der Entwicklung befindlichen Technologien
- \* Überblick über frühere, aktuelle und vorgeschlagene Projekte
- \* Installation und Betrieb, Umweltauswirkungen.
- \* Grundlagen der Konstruktion und Planung

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Potentiale der regenerativen Energieformen Wind- Meeresenergie zu kennen und zu bewerten
- die Prozesse zu verstehen, durch die diese regenerativen Energieformen entstehen
- die etablierten und neu vorgeschlagene Technologien zu deren Nutzung zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten
- die physikalischen und technischen Grundlagen der Energiewandlung zu verstehen und anzuwenden
- Auslegungen und Planung von Anlagen der genannten Energiewandlungsanlagen zu verstehen und vorzunehmen
- die ökologischen Auswirkungen dieser Energiewandlungsanlagen zu bewerten
- die Unsicherheiten und Risiken der Technologien abzuschätzen
- die ökonomischen Chancen und Risiken der Technologien einzuschätzen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen zu relevanten Beispielen ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die Zusammenhänge zu intensivieren.

### **Medienform:**

Power Point Präsentation mit Filmsequenzen und Animationen

### **Literatur:**

Hau, Erich; Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Springer, Berlin; 2nd rev. ed. (15. November 2005) ISBN-10: 9783540242406, ISBN-13: 978-3540242406



Hau, Erich; Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer, Berlin; Auflage: 4., vollst. neu bearb. Aufl. (Januar 2008) ISBN-10: 3540721509, ISBN-13: 978-3540721505

Kaltschmitt, Martin; Renewable Energy: Technology, Economics and Environment Springer Berlin Heidelberg (9. Dezember 2009), ISBN-10: 3642089941, ISBN-13: 978-3642089947

Kaltschmitt, Martin; Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Berlin; Auflage: 4., aktualis., korrig. u. erg. A. (25. August 2009), ISBN-10: 9783540282044, ISBN-13: 978-3540282044

Gasch, Robert; Windkraftanlagen, Teubner B.G. GmbH; 4. Auflage, Dezember 2005, ISBN-10: 3519363348, ISBN-13: 978-3519363347

Gasch, Robert, Jochen Twele; Wind Power Plants, Fundamentals, Design, Construction and Operation. ISBN: 978-3-642-22937-4 (Print) 978-3-642-22938-1

Charlier, R.H. and Finkl, C.W.: Ocean Energy – Tide and Tidal Power; Springer Verlag Berlin / Heidelberg 2009, ISBN 978-3-540-77932-2

Ross, David; Power from the Waves; Oxford University Press, 1995, ISBN 0-19-856511-9

McCormick, Michael E.: Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications Inc., Mineola, New York 2007; ISBN 978-0-486-46245-5

Arthur Pecher, Jens Peter Kofoed, Editors: Handbook of Ocean Wave Energy, Springer Open, Ocean Engineering & Oceanography ISBN 978-3-319-39888-4 ISBN 978-3-319-39889-1 (eBook)

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46041: Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung | Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA\_SEM]**

*Implementierung von Integriertem Wasserressourcenmanagement in Bayern und international anhand von praktischen Beispielen*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung setzt sich zusammen aus einem mündlichen Vortrag (20') im Rahmen des Seminars sowie einer schriftlichen Ausarbeitung von max. 10 Seiten. Die Gewichtung ist 50/50.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Wassermanagement

z.B. durch Besuch der Vorlesung „International Water Policy and Law“ (Wintersemester)

#### **Inhalt:**

Das Seminar setzt sich aus drei Säulen zusammen:

##### **1. Input aus Bayern**

Es werden in Zusammenarbeit mit Gastdozenten aus verschiedenen bayerischen Behörden und Verbänden (z.B. Umweltministerium, Landratsamt, Wasserwirtschaftsamt, kommunale Zweckverbände) aktuelle, reale Fallbeispiele aus Wasserrecht und -politik in Bayern besprochen und in Zusammenhang zu vergangenen Erfahrungen gestellt. Diese Fallbeispiele sollen eine inhaltliche Vertiefung zur Vorlesung im Wintersemester bieten und komplexe Strukturen sowie

den Lösungsprozess veranschaulichen. Soweit zeitlich möglich können auch inhaltlich passende Exkursionen angeboten werden.

Die Themen umfassen z.B.:

- Prinzipien und Indikatoren einer Good Water Governance und ihre Anwendung
- Prozesse im Wassersektor anhand ausgewählter Beispiele: komplexe Strukturen, Verknüpfungen und Schwachpunkte
- Wasserrecht in der Praxis z.B. Ausweisung Wasserschutzgebiet
- Zusammenspiel staatlicher, halbstaatlicher und privater Akteure im bayerischen Wassersektor
- Umsetzung der EU-WRRL auf lokaler Ebene
- Öffentlichkeitsbeteiligung: Chancen und Herausforderungen
- Ethische Randbedingungen für IWRM in Fallbeispielen: Verantwortung, Bewertung, Strategien

## 2. Output international

Gleichzeitig führen die Studierenden eigenständige Recherchearbeiten durch und bearbeiten dabei ein konkretes internationales Fallbeispiel (z.B. im SS 17 Wassersektor in Kenia). Durch eine umfassende Bestandsaufnahme soll die Problemlage verstanden und aufbauend auf den besprochenen Lösungsansätzen in Bayern angepasste Strategien entwickelt und deren praktische Umsetzung vorgeschlagen werden. Die Themen werden im Zweier-Team bearbeitet und präsentiert und sind z.B.

- Wasserwirtschaftliche Grunddaten
- Strukturen und Mitarbeiter im Wassersektor
- Wasserwirtschaftliche Kernaufgaben: Monitoring, Wasserbau, Schutz und Nutzung
- Rechtslage
- Finanzierung
- Ausgewählte Prozesse

## 3. Diskussion und Abstrahierung

Während des Seminars gibt es viel Raum für Diskussionen und Entwicklung neuer Ideen. Diese sollen nicht nur in die Bearbeitung des internationalen Fallbeispiels einfließen. Als Ergebnis soll zudem während des Seminars von Dozenten und Studierenden gemeinsam ein allgemeiner Fragenkatalog zur Beschreibung und Evaluation wasserwirtschaftlicher Systeme weltweit erarbeitet werden.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- normative Strukturen im Wassersektor zu verstehen.
- die konkreten Herausforderungen im Wassersektor, insbesondere im internationalen Kontext, abzuschätzen.
- wasserwirtschaftliche Systeme mithilfe von technischen und nicht-technischen Indikatoren zu analysieren.

- vertieftes Wissen über integrierte Wasserressourcenmanagement in der Praxis anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Seminarinhalte werden in Form eines Vortrags der Dozenten präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitend werden konkrete Fallstudien bearbeitet. Durch viel Raum für Diskussionen wird den Studierenden ermöglicht, sich einzubringen, Zusammenhänge zu intensivieren und eigene Lösungsvorschläge für ihre Teilaufgabe heraus zu arbeiten. Während des Seminars stellen die Studierenden ihre Teilaufgaben im Rahmen eines Vortrags vor.

**Medienform:**

PowerPoint-Präsentationen

Material und Pläne von Fallstudien

Ggf. Filmsequenzen

**Literatur:**

Siehe Beschreibung des Seminars

**Modulverantwortliche(r):**

Patalong, Hannah

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54008T2: Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung | Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 90-minütigen schriftlichen Prüfung und einer Studienleistung (Übungsleistung).

In der schriftlichen Prüfung geben die Studierenden unter Zeitdruck bestimmte erworbene Lernergebnisse (Kenntnis und Verständnis von Prozessabläufen natürlicher Stoffkreisläufe, Transportprozesse und deren mathematische Modellierung) wieder. Die schriftliche Prüfung beinhaltet zu 1/3 theoretische Fragen und zu 2/3 Rechenaufgaben. Erlaubte Hilfsmittel sind ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner.

Die Kompetenz ein ökohydrologisches Modell anzuwenden, die Modellausgaben aufzubereiten und zu analysieren, sowie die Ergebnisse verständlich zu präsentieren wird mit der Studienleistung abgeprüft.

Die Bearbeitung der Studienleistung wird während der Übungsstunden von Tutoren und dem Dozenten betreut (Modellaufbau, Methoden zur Evaluation der Modellergebnisse). Anschließend wird die gestellte Modellierungsaufgabe in den Übungen und außerhalb der Präsenzzeit in Gruppen von max. 4 Studierenden abgeschlossen, sowie der Ergebnisbericht (ca. 20 Seiten) geschrieben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen Hydrologie, Grundkenntnisse GIS

## **Inhalt:**

### **Vorlesung;**

Der Aufbau und das Zusammenspiel verschiedener Komponenten eines (öko-)hydrologischen Modells werden, erläutert und die zugehörigen mathematischen Modellierungsansätze vorgestellt

- Klimadaten und Schnee
- Evapotranspiration
- Infiltration und Bodenwasser
- Oberflächenabfluss
- Grundwasser
- Gewässerabfluss

Zusätzlich werden die mathematischen Beschreibungen für das Pflanzenwachstum und der damit verbundene Wasser- und Nährstoffbedarf vorgestellt. Aspekte der Wasserqualität sowie der Einfluss verschiedener Landnutzungs- und bewirtschaftungsformen werden thematisiert:

- Nährstoffe und Nährstofftransport
- Erosion
- Pflanzenwachstum und Bewirtschaftung

### **Übung:**

Die ökohydrologische Modellierung wird anhand eines Fallbeispiels in der Computerübung gelehrt:

- Modellaufbau in SWAT
- Durchführung von Simulationen
- Auswertung der Ergebnisse: Postprocessing
- Auswertung der Ergebnisse: Interpretation und Diagnose
- Manuelle Kallibrierung

## **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Übertragung der Prozessabläufe natürlicher Stoffkreisläufe (Wasser- und Nährstoffkreisläufe) auf ein ökohydrologisches Softwaremodell zu verstehen.
- die verschiedenen Methoden zur Berechnung von Teilgliedern ökohydrologischer Stoffkreisläufe sowie ihres Zusammenspiels zu analysieren.
- ein ökohydrologisches Modell anwenden und die Modellausgaben zu analysieren.
- diverse Einflussfaktoren auf das Modellergebnis zu identifizieren
- das Modellergebnis selbst auf Sinnhaftigkeit zu bewerten sowie
- das Modellergebnis nachvollziehbar in einem Ergebnisbericht zu präsentieren

## **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Vorlesung (Vortrag, Präsentation, Gruppenarbeit): Die Vorlesung präsentiert den Studenten die historische, mathematische sowie empirische Grundlage für die verschiedenen Modellierungsansätze der einzelnen Modellkomponenten. Sie zeigt auf, auf welcher Basis bzw. Annahmen die Ansätze beruhen, was die Charakteristiken (Welches in der Natur beobachtbare Verhalten, z.B. Dämpfung der Bodentemperatur mit der Tiefe sowie saisonale sinusförmige

Schwankung soll nachempfunden werden), notwendige Datengrundlage sowie die Grenzen der Anwendbarkeit derer sind. Damit werden die ersten zwei Lernergebnisse erzielt.

Übung (Vortrag, Präsentation, Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Fallstudie): Die detaillierte getrennte Betrachtung einzelner Modellkomponenten ist in der Anwendung der ökohydrologischen Modellierung am Computer (Übung) nicht möglich. Die einzelnen Modellkomponenten (Klima, Bodentemperatur, Bodenwasserbewegung, Grundwasser, Sediment, Pflanzenwachstum,...) beeinflussen sich oft in komplexer Weise gegenseitig. Die Anwendung eines Modells das Verständnis des Zusammenspiels der Teilmglieder sowie die Bewertung der Ergebnisse wird in der in der Praxis - Übung und anschließende Studienleistung – vermittelt.

### **Medienform:**

Vorlesung: Power-Point-Präsentationen, Tafelanschrieb, wissenschaftliche Artikel

Übung: Übungsskript, Computerprogramme: SWAT, ArcSWAT, SWATPlot, Excel, R, SWATCup, Technische Manuals

### **Literatur:**

Neitsch, S., J. Arnold, J. Kiniry, and J. Williams (2011). Soil and water assessment tool- theoretical documentation version 2009. Report, Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service, Blackland Research Center - Texas AgriLife Research.

Winchell, M., R. Srinivasan, M. diLuzio, and J. Arnold (2007). ArcSWAT Interface for SWAT2005 - Users Guide. [http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT\\_Documentation.pdf](http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT_Documentation.pdf): Blackland Research Center and Grassland, Soil and Water Research Laboratory (USDA Agricultural Research Service)

Arnold, J., J. Kiniry, R. Srinivasan, J. Williams, E. Haney, and S. Neitsch (2011). Soil and Water Assessment Tool- Input/Output File Documentation Version 2009. <http://swat.tamu.edu/media/19754/swat-io-2009.pdf>: Grassland, Soil and Water Research Laboratory Agricultural Research Service, Blackland Research Center Texas AgriLife Research.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrological and Environmental River Basin Modelling - Exercise (Übung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Hydrological and Environmental River Basin Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54011: Integriertes Wasserressourcen Management | Integrated Water Resources Management [IWRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist eine Klausur von 120 Minuten. Die Prüfung besteht aus offenen Fragen, Multiple-Choice-Fragen und vor allem Aufgaben, die kurze Berechnungen erfordern. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch kurze und präzise Antworten auf theoretische Fragen zeigen die Studierenden, dass sie die Prinzipien der integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung, verschiedene institutionelle Rollen in der Wasserwirtschaft in unterschiedlichen Ländern, Methoden und Instrumente der integrierten Wasserressourcenplanung und -managements sowie die Analyse und Bewertung von wasserbezogenen Entscheidungsproblemen verstanden haben. Der praktische Teil basiert auf Übungen mit dem Ziel, der Analyse und Anwendung eines vorläufigen IWRM-Plans, der Anwendung von Simulationswerkzeugen für ein Einzugsgebiet und der Anwendung der gängigsten Optimierungsmethoden bei Problemen im Bereich der Wasserressourcen verbunden sind. Dies ermöglicht die Verifizierung der Kompetenz der Studierenden zur Anwendung von grundlegenden IWRM-Konzepten, deren Fähigkeit, zwischen einer Reihe von Beckenmanagement-Tools und -Modellen zu unterscheiden und diese Konzepte (z. B. lineare und nichtlineare Optimierungswerkzeuge) für die Lösung von Problemen innerhalb eines begrenzten Zeitraums anzuwenden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Hydrologie



### **Inhalt:**

1. Einführung in das Wasserressourcenmanagement
  - Das Gesamtproblem und die wichtigsten Herausforderungen
  - Notwendigkeit eines optimierten Wasserressourcenmanagements
  - Systemkomponenten, Planungsskalen und Nachhaltigkeit
  - Planung und Management
2. Integriertes Wasserressourcenmanagement
  - Definition von IWRM
  - IWRM Geschichte und Grundsätze
  - Die Ermöglichung der Umgebung
  - Die institutionellen Rollen
  - Managementinstrumente
  - Wasserwirtschaft im Flussgebietsschuppen
  - IWRM und Kapazitätsentwicklung
3. Entscheidungsunterstützungssysteme
4. Wasserressourcen Planung und Management Flussgebietsmanagement Übersicht
  - Rahmen für Wasserplanung und -management
  - Modellierung von Wasserressourcen-Systemen
  - Planungs- und Managementmodelle des Flussgebiets
  - Modellierungsmethoden: Simulation, Optimierung, Mehrkriterienanalyse Teil IV Optimierung
  - Kurze Einführung in die Wirtschaft für Ingenieure
  - Einführung in die Optimierung
  - Berechnungsmethoden
  - Lineare Optimierung
  - Dynamische Optimierung
  - Multiobjektivoptimierung
5. Mehrkriterienanalyse
6. Ungewissheitsanalyse
  - Zeitreihenerzeugung
  - Sequent Peak Algorithmus und Reservoirmanagement

### **Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundsätze der integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung zu verstehen,
- verschiedene institutionelle Rollen in der Wasserwirtschaft in unterschiedlichen Ländern zu verstehen,
- lineare und nichtlineare Optimierungswerkzeuge anzuwenden,
- wasserbezogene Entscheidungsprobleme zu analysieren und zu bewerten,
- zwischen einer Reihe von Flussgebietsmanagement-Tools und Modellen zu unterscheiden
- Methoden und rechnergestützte Werkzeuge der integrierten Planung und Management von Wasserressourcen zu verstehen und anzuwenden

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung.

Das Lehrkonzept dieses Moduls basiert darauf, dass unterschiedliche Studienziele mit unterschiedlichen Ansätzen erreicht werden können. Während theoretische Konzepte und mathematische Gleichungen eine genaue Erklärung erfordern, die während der Vorlesungen vermittelt wird, erfordert das Verständnis eines Modells eigene praktische Erfahrung mit dessen Anwendung, die während der integrierten Übungen und der Hausaufgaben erreicht wird. Während der Vorlesungen werden die Studierenden die Theorie hinter den Modellen verstehen. Sie werden diese Modelle in den integrierten Übungen und den Hausaufgaben anwenden. Fallweise wird ein komplementärer theoretischer Hintergrund der Modelle in den Übungen vermittelt, um das Verständnis der zu verbessern. Auf diese Weise können sie am Ende des Moduls einerseits ein eigenes Modell von einem Flussgebiet erstellen und andererseits auch eine Analyse der verschiedenen Wasserzuweisungs- und Wasserressourcenmanagementstrategien durchführen, um ein Optimierungsproblem zu lösen und es für die wichtigsten Wasserressourcenprobleme Anzuwenden (optimale Wasserzuteilung, Speicherkapazität - Ausbeute, Reservoirs Betrieb und Grundwasserversorgung).

Die Studierenden einen eigenen Laptop für die Computer-Übungen.

**Medienform:**

Power-Point-Presentation, Tafelanschrieb, Software

**Literatur:**

- Water Resources System Planning and Management (Daniel P. Loucks)
- Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC) Background paper on Integrated Water Resources Management
- <http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/Dublin-Rio-Principles/>
- Bonn 2011 Conference proceedings The Water, Energy and Food Security Nexus, Solutions for the Green Economy
- United Nations World Water Assessment Programme

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing Markus Disse [markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Integrated Water Resources Management (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Disse M [L], Chiogna G, Disse M, Gerner A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54019: Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten | Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam consists of the development of a project (i.e. a numerical model with the software OWHM) to be presented in oral form (20 minutes presentation followed by a discussion). The exam will verify i) how the students understand basic concepts of water demand and supply in arid regions; ii) how the students are able to apply those concepts for the solution of realistic case studies.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundmodul Hydrologie (BSc)

Groundwater modeling (MSc)

#### **Inhalt:**

- Basics of water management in arid regions
- Introduction to MODFLOW-OWHM (One Water Hydrologic Model)
- Specific packages of OWHM and physical description of the processes
- Development of the case study
- Presenting a case study

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able:

- i) to understand the basic principles behind water management in arid regions.
- ii) to apply a physically based model to manage water resources in arid regions.
- iii) to predict water availability according to specific water management conditions.

The course will provide to the students both the theoretical as well the practical knowledge to use MODFLOW-OWHM to solve water management issues in arid regions, including irrigation.

Upon completion of the modelling and management part the students will be able to evaluate different groundwater management strategies, to create flow and transport modeling based on field measurements and to apply them to determine water availability, to understand aquifer parameters and evaluate the sustainability of water management options.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual, small groups), homework (modelling exercise).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. While theoretical concepts and mathematical equations require an in-depth explanation, which is provided during the lectures, the understanding of a model requires hands-on learning, which will be provided during exercises and homework. During the lectures, the student will understand the theory, which is behind the model they are going to use in the exercises and homework. In this way, at the end of the module, they will be able to create their own model for the solution of flow and transport in porous media.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation  
Blackboard

### **Literatur:**

- Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer.

- One water hydrologic flow model: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/tm6A51>

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66026: Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure | Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Mit der Klausur (60 min) wird geprüft, inwieweit die Studierenden in Wissensfragen die physikalischen Grundlagen der Geothermie, die physikalischen, geologisch/hydrogeologisch relevanten Parameter und die geothermischen Prozesse beschreiben können sowie in praxisnahen Fragestellungen die Untersuchungs- und Berechnungsmethoden für die Planung und Auslegung oberflächennaher Systeme fallspezifisch anwenden, sowie die Ergebnisse aus der Datenauswertung von Feld- und Bohrdaten, auch hinsichtlich Unsicherheiten und Risiken in der Geothermie, analysieren und bewerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen sind Grundkenntnisse der Geologie (Einführung in die Geologie für Umwelting.), Hydrogeologie (Grundwasserhydraulik) und der Thermodynamik.

#### Inhalt:

Im Modul werden den Studierenden die Grundlagen der Geothermie sowie die Vorgehensweise und andere wichtige Aspekte bei Planung, Bau und Betrieb von geothermischen Anlagen vermittelt. Die Inhalte sind im Einzelnen:

- Physikalischen Grundlagen des Wärmestroms im Untergrund
- Relevante Parameter zur Beschreibung geothermischer Systeme

- Lagerstättentypen geothermischer Systeme
- Verfahren zur Planung, Exploration und Gewinnung bei tiefen geothermischen Systemen
- Nutzungsvarianten von oberflächennahen geothermischen Systemen und ihre Planung und Auslegung
- Rechtliche Grundlagen bei der Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie
- Ökonomische Betrachtung von oberflächennahen Systemen
- Unsicherheiten und Risikoabschätzung bei geothermischen Nutzungen

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Prozesse der Wärmeströmung im Untergrund hinsichtlich ihrer geothermischen Nutzung zu verstehen
- die Verfahren zur Erhebung und Auswertung von Daten (Felddaten, Bohrdaten) zu verstehen, welche die relevanten geothermischen Parameter abschätzen bzw. erheben.
- Verfahren zur Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie zu verstehen.
- Berechnungsmethoden zur Auslegung und Planung oberflächennaher Systeme anzuwenden, die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten.
- die Unsicherheiten und Risiken (z. B. Fündigkeits- und Bohrrisiken) in der Geothermie zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das zu Grunde liegende Konzept des Moduls ist das problembasierte Lernen. Der Kern des Moduls besteht aus Lehrgesprächen mit Präsentationen zur Nutzung der tiefen und oberflächennahen Geothermie. Anschließend werden die Lerninhalte durch Übungen umgesetzt und vertieft werden. Die Übungen beinhalten Aufgaben zur Planung und Auslegung geothermischer Systeme und zum Verständnis der relevanten geologisch-thermischen Prozesse in der Geothermie. Hierbei werden Aufgaben gestellt, welche die Studierenden in selbstständiger Arbeitsweise analysieren sollen. Die Ergebnisse der Studierenden werden in der Gruppe diskutiert und der Lösungsweg aufgezeigt. Die Ergebnisse der Übungen werden den Studierenden auf der e-learning Plattform zur Verfügung gestellt um den Lösungsweg in der Nachbearbeitung überprüfen zu können. Die Vorlesung und Übung wird nach Bedarf und Möglichkeit durch Gastdozenten aus der Praxis unterstützt.

### **Medienform:**

Moodle e learning Plattform, wiki-Plattform, Power-Point Präsentationen, Übungsaufgaben am PC, Lehrgespräche, Diskussion, Gruppenarbeit

### **Literatur:**

BANKS, D. (2012): An Introduction to Thermogeology. – Ground source heating and cooling. 2nd Edition, 526 S., Wiley-Blackwell, Sussex.

DIPIPO, R. (2012): Geothermal Power Plants. – Principles, Applications, Case studies and Environmental Impact. – 600 S., Elsevier, Amsterdam.

GRANT, M. A. & BIXLEY, P. F. (2011): Geothermal Reservoir engineering. 2nd Edition, 359 S., Academic Press , Burlington.

HUENGES, E. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. - 463 S., Wiley VCH, Weinheim.

KALTSCHMIT, M., HUENGES, E. & WOLFF, H. [Hrsg.] (1999): Energie aus Erdwärme. – 265 S., Spektrum, Heidelberg.

KOENIGSDORFF, R. (2011): Oberflächennahe Geothermie für Gebäude. – 332 S., Fraunhofer IRB, Stuttgart.

OCHSNER, K. (2007): Geothermal Heat Pumps – A Guide for Planning and Installing. – 224 S., Cromwell Press, Trowbridge.

THOLEN, M. & WALTER-HERTKORN, S. (2008): Arbeitshilfen Geothermie. – 228 S., WVGW, Bonn.

**Modulverantwortliche(r):**

Kai Zosseder, [kai.zosseder@tum.de](mailto:kai.zosseder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Einführung in die oberflächennahe und tiefe Geothermie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170009: Internationales Wasserrecht | International Water Rights and Politics [GRAMBOW]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Closed book written exam (60 min)

Only dictionary allowed and a simple calculator.

The exam in this module is a written exam in which the students have to answer questions in the field of water rights and regulations in an international context.

The comprehension of the lecture contents is also chequed by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelor in Civil Engineering or Environmental Engineering

#### **Inhalt:**

The world water situation is critical. In a first part this is illustrated by showing examples and discussions of international indicators. This should provide the necessary understanding, how policy and law affect this development of problems;

Part two of the course discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.



Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

Part two discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

#### **Lernergebnisse:**

After completion of the module students will be able to understand the meaning of water for the global development and the multi-dependent system of world environment. They will also understand the important role and principle of sustainability. They will be able to use the sustainable approach for design and construction including balancing the aspects of economy, ecology and social effects and also the usage of integrality (IWRM) and the approaches of efficiency and sufficiency. They will know the basic lines of good water policy and good governance understand the challenges and principles of worldwide water law.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

In order to complete the module successfully, the knowledge transfer must take place predominantly by practical examples. These examples are provided through a slide presentation. Where possible, also video clips are presented to make contents more clear.

#### **Medienform:**

PowerPoint Presentation and Script

#### **Literatur:**

#### **Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

#### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Internationale Wasserpolitik und Recht (Vorlesung, 2 SWS)

Grambow M ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170051: Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen | Energy Economics and Hydro Power [GODDE]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Einmalig |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30   |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam in this module is a written exam of 60 minutes in which the students have to answer questions in the field of energy topics, both economics and technical aspects in a closed books exam.

The comprehension of the lecture contents is also checked by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

For Master students in Environmental Engineering:

Course only available as part of module "Energy Economics, Hydro Power and Energy Storage" (BGU46023).

#### **Inhalt:**

Energy mix, power gap, increase of oil price, price fixing, nuclear phase out, grid stability, primary energy reserves, Kyoto protocol, CO2 emission trading, power prices, power trading, security of supply, environmental compatibility: These are the topics dominating the news when it comes to energy economics. How do these issues relate to each other? Which rules do energy economics follow? Conventional power or renewable energies: Contradiction or complement? What about the Interaction between energy economics and legislation, society, media or politics?

Hydro power plays a particular role within energy economics. Therefore the second part of the lecture deals with hydro power, being the most important renewable energy. Questions to be discussed will be: What are the potentials of hydro power? What is hydro power's relevance concerning the power mix? Based on a real example of a hydro power project issues as approval procedure, economics calculation, planning, construction, operation and maintenance strategy will be presented. Also this part of the lecture will demonstrate the numerous interfaces between engineering and other aspects linked to it.

**Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able to contribute to discussions with the various stakeholders on energy economics and know the various options of power production and its implications. They get an insight in the complex structure of energy and power supply from upstream to downstream.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture is aimed at providing insight into the various aspects of energy economics and at imparting knowledge to the engineer as a basis for working in an unusual and interesting environment. PowerPoint presentation and blackboard explanation for visualizing the topics. There are also discussions with the students during the lectures so they can get a deeper insight in practical experience with the topics.

**Medienform:**

PowerPoint presentation and blackboard explanation.

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Yannic Fusch (yannic.fuchs@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Energy Economics and Hydro Power (Vorlesung, 2 SWS)

Godde D ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI7467: Interdisciplinary Project Internship Concept Development of a Renewable Energy System in a Developing Country | Interdisciplinary Project Internship Concept Development of a Renewable Energy System in a Developing Country

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>135 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

##### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

##### (Empfohlene) Voraussetzungen:

##### Inhalt:

##### Lernergebnisse:

##### Lehr- und Lernmethoden:

##### Medienform:

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Interdisziplinäres Projektpraktikum Konzeptentwicklung eines Erneuerbaren Energiesystems in einem Entwicklungsland (Forschungspraktikum, 4 SWS)

Hamacher T, Bazan S, Cadavid Isaza A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001255: Ringvorlesung Erneuerbare Energiesysteme im Globalen Süden | Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>135 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Written exam of 60 minutes:

- In multiple-choice questions and short questions, it is examined if the students are able to name and explain facts regarding renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South correctly.
- In computational tasks, it is examined if the students are able to classify relevant location parameters correctly and perform calculations on renewable energy technologies correctly in order to design decentralized energy systems in the Global South according to the framework conditions of a certain location.
- In text tasks, it is examined if the students are able to classify and evaluate technological, economic and social factors influencing renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South correctly.
- The exam is graded.
- Up to 20% of the exam can be multiple-choice questions.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Bachelor degree in an engineering study program or a study program, which included technological/engineering aspects (such as B.Sc. Management & Technology)
- Interest in various renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South

- Interest in the socio-economic factors influencing the utilization of renewable energies in the Global South

### **Inhalt:**

Overview of renewable energy technologies including their functionality, their technological and economical assessment, their integration in decentralized energy systems as well as business concepts for their utilization in the Global South:

- Renewable energy systems in the Global South - Why and how?
- Small-scale solar thermals and photovoltaics
- Small-scale hydro-power
- Small-scale wind-power
- Small-scale biogas systems
- Battery storages
- Electrical components of mini-grids
- Rural electrification planning through Geo Information Systems
- System sizing through least-cost modelling
- Sustainable energies and entrepreneurship in the Global South
- Sustainable enterprises for Renewable Energies in the Global South
- Rural electrification projects in the Global South

### **Lernergebnisse:**

After successfully completing the module, students are able to

- Name and explain facts regarding renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South.
- Perform calculations regarding renewable energy technologies in order to be able to design decentralized energy systems in the Global South.
- Classify and evaluate technological, economic and social factors influencing renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South.
- Develop concepts for decentralized energy systems in the Global South based on the technological, economic and social framework conditions of a certain location.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures and presentations by various researchers from TUM as well as entrepreneurs and other experts from the field of Renewable Energies in the Global South.

In exercise lessons, the taught knowledge of the lectures are applied to exemplary topics. After each lecture, the students conduct these exercises in homework and afterwards, these are discussed during the upcoming exercise lesson. Most of these exercises are calculating tasks about the technical components, but there are also some exercises regarding the financial assessment of renewable energy technologies. The exercises are not graded.

### **Medienform:**

The following media types are used:

- Computer-aided presentations for the lectures
- Exercises



- Discussion of provided literature

**Literatur:**

- Presentation slides of the speakers
- Solutions of exercise lessons
- Other literature recommended by the speakers

**Modulverantwortliche(r):**

Belz, Frank-Martin; Prof. Dr. oec.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Belz F [L], Belz F, Winklmaier J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1552: Regulatory Economics and Policy | Regulatory Economics and Policy

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 90.

The students have to pass a written examination ; The examination carries a 50% pass mark. The students demonstrate in the written examination that they can (1) reproduce and interpret theoretical concepts of regulatory economics and (2) apply the theory to applied issues of life science.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Bachelor in agricultural economics, economics, business, political science or related fields.

#### Inhalt:

Neoclassical economics suggest welfare maximizing markets without government intervention. Yet, markets experience market failures. Therefore, governments find reason to intervene. Subsequently, government regulations are widely used to govern the production processes within an economy. This course compares the different theories explaining regulations and the models used to assess the efficiency of regulations. The course will apply the issues & theories in regulation on examples from the bioeconomy, which include environmental safety, food and feed safety, and health safety regulations. Different regulatory regimes will be compared and assessed from an economic perspective.

**Lernergebnisse:**

Upon completion of the module, students should be able to understand, analyse, and evaluate the different economic theories and models in relation to public and private regulations. Students should also be capable to assess the benefits and costs of regulations. Real world examples will be drawn from the field of the bioeconomy.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures on the basis of power point presentations to summarize theory and methodology. Lecture notes will be supplied. Supplementary reading material will be distributed.

**Medienform:**

Power Point presentations will be used to summarize theories and methodologies relevant for IPE. Blackboard illustrations will supplement the course presentations.

**Literatur:**

Lectures on the basis of power point presentations to summarize theory and methodology. Lecture notes will be supplied. Supplementary reading material will be distributed.

**Modulverantwortliche(r):**

Gertrud Buchenrieder (gertrud.buchenrieder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Regulatory Economics and Policy (Vorlesung, 4 SWS)

Buchenrieder G, Wree P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ8100: Fundamentals of Climate Change | Fundamentals of Climate Change

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The written exam at the end of the term lasts 60 minutes. Here the students show without any additional help that their ability to answer questions concerning natural and anthropogenic causes and impacts of climate change on physical and biological systems on the basis of the topics of the lecture. The students shall prove that they are able to understand basic connections between causes and impacts of climate change

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in meteorology, physics

#### Inhalt:

This modul gives an overview on the theoretical background on the physical science basis of climate change, resulting observed changes in various physical biological and biogeochemical systems, and anthropogenic attribution, additionally actions for mitigation are introduced. This lecture is based on the newest IPCC report (AR 5).

#### Lernergebnisse:

Students will become familiar with current knowledge concerning mechanism of climate change as well as climate change impacts on environment. They are able to analyse data and interpret the results. They have the knowledge to detect impacts of climate change in natural systems.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Students will become familiar with current knowledge concerning mechanism of climate change as well as climate change impacts on environment. They are able to analyse data and interpret the results. They have the knowledge to detect impacts of climate change in natural systems.

**Medienform:**

Lecture with PowerPoint Presentation, reader and exercises.

**Literatur:**

IPCC (2013) Fifth Assessment Report of WGI, II, III. Houghton (2015) Global warming, the complete briefing. Most recent scientific literature

**Modulverantwortliche(r):**

Estrella, Nicole; Dr. rer. nat.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Climate change

Lecture 2 SWS

Nicole Estrella

estrella@wzw.tum.de

Prof. Annete Menzel

amenzel@wzw.tum.de

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Individuelle Wahlmodule | Personal Elective Modules

### Modulbeschreibung

## AR17041: Klimagerechtes Bauen II | Climate responsive Building II

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Prüfung, in der Studierende nachweisen sollen, dass sie die Inhalte der Vorlesung an praktischen Beispielen umsetzen können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten. Darüber hinaus werden kurze Rechenaufgaben gestellt.

### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der Gebäudetechnik, Kenntnisse über die Bilanzierung von Gebäuden in energetischer und ökologischer Hinsicht. Empfohlen wird der Besuch der Lehrveranstaltung "Klimagerechtes Bauen I" im Wintersemester.

### Inhalt:

Die Lehrveranstaltung Klimagerechtes Bauen II vermittelt die Zusammenhänge von Entwurf und technischer Ausführung in der Planung, deren Einfluss auf den Energiebedarf, vor dem Hintergrund der schwindenden fossilen Ressourcen. Im Vordergrund stehen hygienischer Komfort, natürliche und mechanische Lüftung, deren Technikkomponenten und Typologieabhängigkeit. Weiterhin wird das Thema visuelle Behaglichkeit mit Tageslicht und Kunstlicht behandelt. Welcher Sonnenschutz hat welchen Einfluss auf das thermische Verhalten des Gebäudes, wie geht man mit Blendung und Sichtbezügen um, physikalische Grundlagen, Systeme und

Fallbeispiele. Desweiteren wird noch akustische Behaglichkeit in der Vorlesung besprochen, auch hinsichtlich Wechselwirkungen mit anderen Behaglichkeitskriterien.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Studierenden in der Lage sein die Zusammenhänge zwischen den Ausführungen der Gebäudehülle, dem Raumklima und den nötigen Behaglichkeitsanforderungen zu erkennen, zu benennen und anzuwenden und darüber hinaus nötige Raumkonditionierungssysteme und Techniken zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Im Zuge der wöchentlichen Vorlesung wird der Praxisbezug durch aktuelle Projektbeispiele und Diskussionen verstärkt den Studierenden nähergebracht. Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse werden im Eigenstudium zur Prüfungsvorbereitung vertieft und dann in der Prüfung abgefragt.

**Medienform:**

PowerPoint, Folien, Tafelarbeit

**Literatur:**

|                                |                                             |                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| ClimaDesign                    | Gebäude die mit weniger Technik mehr können |                      |
| Hausladen,Saldanha,Liedl,Sager | Callwey Verlag                              |                      |
| ClimaSkin                      | Hausladen,Saldanha,Liedl                    | Callwey Verlag       |
| Ausbauatlas                    | Hausladen,Tichelmann                        | Edition Detail, 2009 |

**Modulverantwortliche(r):**

Vohlidka, Philipp; Dipl.-Ing. (Univ.)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR17054: Konzeptioneller Brandschutz | Conceptual Fire Prevention

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 15.

Die Modulprüfung ist mündlich. Die Studierenden sollen nachweisen, dass sie die wichtigsten Grundlagen verstanden haben, nachweisen, dass sie mit DIN-Normen und Gesetzbüchern im Zusammenhang mit Brandschutz umgehen können und das Wissen anhand praktischer Beispiele anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine Voraussetzungen erforderlich.

#### Inhalt:

Es werden grundlegende Zusammenhänge im Brandschutz und die Wirkungsmechanismen von brandschutztechnischen Einrichtungen vermittelt. Ziel ist es, ein Verständnis für den Einfluss und das Zusammenwirken von brandschutztechnischen Anforderungen an das Tragwerk und den Raumabschluss zu vermitteln. Erläuterung der Begrifflichkeiten und rechtlichen Grundlagen.

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Wahlfachs "Konzeptioneller Brandschutz" werden die Studierenden in der Lage sein, Gebäude in Hinsicht der Brandschutzes zu bewerten, einzuordnen und zu bestimmen, sowie daraus folgende Maßnahmen verstehen und erinnern zu können.



**Lehr- und Lernmethoden:**

Im Zuge der wöchentlichen Vorlesung wird der Praxisbezug durch u.a. Fachdozenten oder Exkursionen und Projektbesichtigungen verstärkt den Studierenden nähergebracht. Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse werden im Eigenstudium zur Prüfungsvorbereitung vertieft und dann im Prüfungsgespräch abgefragt und diskutiert.

**Medienform:**

Bereitstellung der Vorlesungsunterlagen als Skript

**Literatur:**

Eine aktuelle Literaturliste liegt jeweils am Semesteranfang am Lehrstuhl aus, sowie aktuelle Fachliteratur.

**Modulverantwortliche(r):**

Giertlová, Zuzana; Dr. rer. silv. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Zuzana Giertlova; Ernest Berghofer

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000091: Corporate Finance | Corporate Finance

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                                        |                              |                                           |                                      |
|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Am Ende des Semesters wird eine 120-minütige 'closed-book' Multiple Choice Klausur angeboten. Dabei werden sowohl theoretische Fragen in Corporate Finance gestellt (z.B. Charakteristika von Realoptionen, wann man welche Unternehmensbewertungsmethode anwendet, theoretische Überlegungen zur optimalen Kapitalstruktur) als auch angewandte Rechenaufgaben in diesem Bereich (z.B. Bewertung von Realoptionen, Eigenkapitalbewertung durch abdiskontieren von Zahlungsströme, Risikokennzahlen auf Unternehmensebene für den Verschuldungsgrad adjustieren). Die theoretischen Fragen beziehen sich hauptsächlich auf die Vorlesung und die Rechenaufgaben hauptsächlich auf die Übung.

Zusätzlich wird eine freiwillige, 60-minütige, "closed-book", Multiple Choice Zwischenklausur angeboten (Mid-term Klausur). Diese kann die Gesamtnote um 0,2/0,3 verbessern. Die Klausur bezieht sich auf die erste Semesterhälfte. Die Studierenden zeigen, inwieweit sie die gängigsten Konzepte der Unternehmensfinanzierung erklären und kritisch bewerten können. Über das Lösen von Rechenaufgaben zeigen die Studierenden, dass sie diese Konzepte auch anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Solides Verständnis der Grundlagen in der Finanztheorie (present value, Risiko, CAPM). Die Inhalte der Veranstaltung 'Investitions- und Finanzmanagement' oder einer ähnlichen Veranstaltung werden vorausgesetzt.

### **Inhalt:**

Dieses Modul vermittelt Grundlagenwissen in Corporate Finance. Dieses Wissen ist wichtig für weiterführende Kurse in Corporate Finance also auch für eine Karriere im Investment Banking oder in der Treasury-Abteilung eines Unternehmens.

- Options: Basic understanding, put call parity, binomial and B&S option pricing, equity as call option
- Real options: Identification and binomial pricing
- Valuation: Introduction to DCF methods, multiples methods and applications
- IPO: Empirical studies of IPO costs, IPO process
- Capital structure: WACC under OPM, CAPM and MM, trade off theory of debt, agency theory of debt, pecking order theory of debt
- Efficient markets: Definitions, modeling, empirical approaches and results
- M&A: Explanations of wealth effects of M&A, explanations for conglomerates, Empirical results on other forms of ownership decreases and change (divestitures, carve outs, spin offs, tracking stock, split ups, LBOs)
- Dividend policy: Theories of optimal dividend policy, Empirical evidence

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Kurs sind die Studierenden in der Lage die gängigsten Konzepte in der Unternehmensfinanzierung wie z.B. Finanz- und Realoptionen, Unternehmensbewertung, Kapitalmarkteffizienz und Dividenden und Verschuldungs-Entscheidungen zu erklären. Außerdem sind die Studierenden dann in der Lage diese Konzepte kritisch zu diskutieren. Darüber hinaus werden sie auch in der Lage sein die Konzepte anzuwenden und sich eine Meinung zu Unternehmensfinanzentscheidungen zu bilden. Weiterhin werden die Studierenden Finanz- und Realoptionen und Unternehmen bewerten können (z.B. durch die Anwendung von Optionspreistheorie oder DCF Methoden).

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Es wird eine wöchentliche Vorlesung und Übung angeboten. Die Vorlesung vermittelt den Inhalt über Folien und handschriftlichen Rechnungen. Den Studierenden werden wöchentliche Übungsblätter zur Verfügung gestellt. Diese werden dann während der Übung anschaulich vorgerechnet.

### **Medienform:**

Folien und "white board".

### **Literatur:**

Vorausgesetzt:

- Berk, DeMarzo (2014, 3/E): Corporate Finance
- Copeland, T. E./ Weston, J. F./ Shastri, K. (2005): Financial Theory and Corporate Policy, USA, Addison Wesley, 4th International Edition.

In der Vorlesung werden weitere Literaturempfehlungen gegeben.

**Modulverantwortliche(r):**

Kaserer, Christoph; Prof. Dr. rer. pol. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000285: Innovative Unternehmer - Führung von High-Tech Unternehmen | Innovative Entrepreneurs - Leadership of High-Tech Organizations

*Gründung und Führung von wachstumsorientierten Unternehmen*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                                 |                             |                                          |                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3           | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung besteht aus einer Multiple-Choice-Klausur (60 Minuten), in welcher geprüft wird, wie gut die Teilnehmer die wirtschaftlichen Grundbegriffe, das „Effectuation“ Prinzip im Bereich Entrepreneurship, Design Thinking als „Mindset“ und als ein Prozess und weitere von Gastreferenten präsentierte Konzepte verstanden haben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Kenntnisse: Keine expliziten Voraussetzungen, Wille teilzunehmen
- Fähigkeiten: Chancen erkennen, Proaktivität, Kommunikation, Engagement
- Fertigkeiten: Offenheit, analytisches Denken, visuelles Denken, Eigenmotivation, Networking

#### Inhalt:

Ziel des Moduls ist es, die Studierenden und die Wissenschaftler unterschiedlicher Fachrichtungen für den unternehmerischen Lebensweg zu begeistern und ihnen ein Grundverständnis für die Gründung und Führung von technologie- und wachstumsorientierten Unternehmen zu vermitteln. Um dieses Ziel zu erreichen, gibt das Modul eine Einführung in das Thema „(Effectual) Entrepreneurship“ und besteht aus Gastvorträgen, die von herausragenden Gründern, Unternehmern, Managern und Investoren zu unterschiedlichen Themen gehalten werden, zum Beispiel:

1. Entrepreneurial Ecosystem
2. Gründung eines Unternehmens als Studierende(r) und Wissenschaftler(in)
3. Wie mache ich aus meinen Forschungsergebnissen ein marktreifes Produkt?
4. Finanzierung für Start-ups
5. Unternehmenswachstum
6. Schaffung und Führung einer unternehmerischen Kultur
7. Strategische Unternehmensführung
8. Innovationsmanagement
9. Corporate Finance
10. Unternehmensnachfolge

Zusätzlich besteht für motivierte Studierende die Möglichkeit einer persönlichen Entwicklung durch die Teilnahme an einem interaktiven Workshop und einem geschlossenen Networking-Event und die Nutzung der Online-Plattform zwecks Förderung der Kommunikation mit den Gastreferenten.

### **Lernergebnisse:**

Nach einer erfolgreichen Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Effectual Entrepreneurship zu verstehen,
- wirtschaftliche Grundbegriffe zu verstehen, wie z.B. Intellectual Property, Cashflow, Venture Capital, Controlling;
- die Methodik von Design Thinking zu verstehen.

Zusätzlich durch die Vorträge der Gastreferenten und freiwillige Workshops sollen die Teilnehmer fähig sein:

- die mit der Gründung und Führung von technologie- und wachstumsorientierten Unternehmen verbundenen Chancen und Herausforderungen zu erkennen,
- einen persönlichen Plan für unternehmerischen Erfolg zu erstellen

Dadurch werden die Studierenden mit Themen wie Chancenerkennung, Innovationsmanagement, Wachstum und Führung sowie mit den Facetten des Unternehmertums vertraut. Die Vielfältigkeit des unternehmerischen Alltags, Unternehmerpersönlichkeiten, -fähigkeiten und -motivationen werden für die Teilnehmer erlebbar.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus der wöchentlich stattfindenden Vorlesungsreihe und einem 3-stündigen Workshop.

Herausragende Gründer, Unternehmer, Manager und Investoren, die ein breites Spektrum an Industriezweigen abdecken, berichten über ihren individuellen unternehmerischen Werdegang.

Am Ende der Vorlesung können sich die Teilnehmer aktiv an einer Diskussion mit dem Gastreferenten im Rahmen der Fragerunde beteiligen. Damit die Teilnehmer auch ihre Networking Skills üben können, wird jeder Gastreferent nach der Vorlesung zum Abendessen eingeladen, an

welchem 3-5 motivierte Studierende teilnehmen können. Alle Vorlesungsteilnehmer können sich via Online-Plattform um die Teilnahme am Abendessen bewerben.

Zusätzlich im Rahmen des 3-stündigen Workshops finden die Teilnehmer mehr über ihre persönlichen Eigenschaften und Fähigkeiten heraus und setzen sich mit ihrer eigenen unternehmerischen Identität auseinander. Sie erkennen individuelle Stärken und Ressourcen und entwickeln einen Plan, wie sie selbst unternehmerisch wirken können.

Im Rahmen der Vorlesung haben die Teilnehmer auch zahlreiche Möglichkeiten, mit Menschen aus dem unternehmerischen Umfeld der TUM in Kontakt zu kommen und ihr Netzwerk aufzubauen.

**Medienform:**

- Download der Vortragsfolien von [www.unternehmertum.de](http://www.unternehmertum.de)
- Online-Diskussionsforum (zum Beispiel für Fragen und Feedback an die Referenten)
- Hand-outs (online verfügbar)

**Literatur:**

- Handbuch Businessplan-Erstellung (5th ed.), Nürnberg.
- Brown, T (2008). Design Thinking. Harvard Business Review.
- Coenenberg, Adolf G., Salfeld, Rainer (2007): Wertorientierte Unternehmensführung. Vom Strategieentwurf zur Implementierung (2nd ed.). Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- Hauschildt, Jürgen (2007): Innovationsmanagement (4th ed.). Franz Vahlen GmbH, München.
- Huff, Anne (2008): Strategic Management. Wiley & Sons.
- ifex Initiative für Existenzgründungen und Unternehmensnachfolge des Landesgewerbeamts Baden-Württemberg (Hrsg.) (2002): Auf der Suche nach Beteiligungskapital. Ein Kurzleitfaden (3rd ed.). Stuttgart.
- Kollmann, Tobias (Hrsg.) (2005): Gabler Kompakt-Lexikon Unternehmensgründung. Dr. Th. Gabler/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- Read, S., Sarasvathy, S., Dew, N., Wiltbank, R., & Ohlsson, A. V. (2011). Effectual Entrepreneurship. Taylor & Francis (Part 1, S.1-70)
- Schönenberger, Helmut (2006): Kommunikation von Unternehmertum. Eine explorative Untersuchung im universitären Umfeld. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- UnternehmerTUM (2016): Handbuch Schlüsselkompetenzen.
- Timmons, Jeffry A. / Spinelli, Stephen (2009): New Venture Creation (7th ed.), McGraw Hill Professional

**Modulverantwortliche(r):**

Schönenberger, Helmut; Dr. rer. pol.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Innovative Unternehmer - Führung von High-Tech Unternehmen (Vorlesung, 2 SWS)

Schönenberger H [L], Schönenberger H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000286: Environmental and Natural Resource Economics | Environmental and Natural Resource Economics

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The learning success will be assessed by a written exam (120 minutes)..

By answering the questions students show that they are able to understand the economic view of environmental and resource problems. Furthermore students show that they are able to compare and evaluate alternative economic instruments (e.g. taxes, emission permits, payments for environmental services). They show their ability to apply environmental policy instruments and valuation methods to specific problems. Finally students demonstrate that they are able to conduct and interpret economic cost-benefit analyses.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

A basic knowledge in Microeconomic theory is recommended

#### Inhalt:

- a) Economic growth and the environment
- b) Economic analysis of environmental problems
- c) Role of institutions and liability rules
- d) Analysis of environmental economic instruments
  - Command and control measures
  - Pollution taxes
  - Emission trading
  - Payments for environmental services



- e) Valuation methods for environmental goods
- f) Cost-benefit analysis.

**Lernergebnisse:**

At the end of the module the students are able to understand the economic view of environmental and resource problems. They know alternative economic instruments, e.g. taxes, emission permits, payments for environmental services and how they work and are able to compare them regarding their economic efficiency. They know and can apply specific valuation methods to attach a monetary value to environmental effects and conduct and interpret economic cost-benefit analyses.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module will be held in the form of lectures which are partially combined with group discussions and exercises. The main learning objective is here to understand the economics of environmental policy. Lectures are a format suitable to convey theoretical knowledge about the welfare implications of policy interventions. Integrated exercises will help students to apply acquired knowledge to concrete problems and derive economically sound answers.

**Medienform:**

PowerPoint

**Literatur:**

A digital reader consisting of various textbook chapters and journal articles will be put on Moodle for each chapter of the course.

Jaeger, W.K. (2005): Environmental Economics. Island Press.  
Mankiw, N.G. and M.P. Taylor (2011): Microeconomics. 2nd Edition. South Western.  
Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray, M. Common (2003): Natural Resource and Environmental Economics. 3rd Edition. Pearson Education Limited.  
Tietenberg, T. and L. Lewis (2010): Environmental Economics & Policy. Prentice Hall.

**Modulverantwortliche(r):**

Glebe, Thilo; PD Dr. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1647: Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen | Remediation of Contaminated Sites - Lecture and Exercises

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Klausur (120 min). Anhand der Klausur zeigen die Studierenden, dass sie gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, verstehen, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf die Art der Schadstoffe und den Emissionspfad bewerten können, die verschiedenen Untersuchungsmethoden verstehen sowie eine geeignete Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm bewerten können.

Das Modul "Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen" ist das Alternativmodul zu "Altlastensanierung - Vorlesung und Seminar". Je nach verfügbaren Plätzen behält sich der Modulverantwortliche vor, die Studierenden dem einen oder anderen dieser beiden Module zuzuordnen. Es kann nur eines von beiden Modulen absolviert werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Bodenkunde 1 und 2 müssen erfolgreich absolviert sein (Ausschlusskriterium).

#### Inhalt:

Vorlesung: Bundesbodenschutzgesetz, Vorgehensweise bei der Erkundung von Altlasten; branchentypische Kontaminationen (Altablagerungen - Altstandorte, Rüstungs- und Militäraltlasten); Bewertung von Kontaminanten (Hauptkontaminanten - Prioritätskontaminanten, Stofftransport, Exposition); Gefährdungspotential, ökotoxikologische

Tests; Untersuchung von Altlasten (Untersuchungsmethoden, Probenahmestrategie, analytisches Untersuchungsprogramm); Sanierungsziele; Sicherungsmaßnahmen; Dekontaminationsverfahren; Rekultivierung und Renaturierung (Böden auf Altstandorten, Bergbaufolgelandschaften).

Übungen: Besuch von Altlastenbetrieben im Raum München: Biologische ex-situ Sanierung organisch belasteter Böden; Beprobung kontaminierten Bodenmaterials in Haufwerken; Immissionsschutzvorgaben für altlastenbearbeitende Betriebe; Sortierung und (Zwischen-) Lagerung kontaminierter Böden vor der Entsorgung in geeigneten Deponien; LAGA Deponieklassen zur Klassifikation kontaminierter Böden; Verwertungsmöglichkeiten für kontaminiertes Material; innovative in-situ Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen; Verhältnis von Investitions- und Betriebskosten bei langfristigen Sanierungsmassnahmen; Sicherungsmaßnahmen in Bergbaufolgelandschaften; spezifische Probleme in Braunkohlentagebaufolgelandschaften; Evaluation von Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen; gesetzliche Hintergründe: Bundesbodenschutz-, Kreislaufwirtschafts- und Wasserschutzrecht.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, zu verstehen, die richtige Vorgehensweise bei der Untersuchung von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen sowie bei der Sanierung von Altlasten anzuwenden, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf die Art der Schadstoffe und den Emissionspfad zu bewerten, die verschiedenen Untersuchungsmethoden zu verstehen sowie eine geeignete Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm zu bewerten, unterschiedliche Sanierungstechniken und Rekultivierungsmaßnahmen zu bewerten und in Abhängigkeit von der jeweiligen Altlast die geeignete anzuwenden. Zudem sind die Studierenden in der Lage, verschiedene altlastenbearbeitende Betriebe und Altlastenstandorte zu bewerten sowie die angewandten Sanierungsverfahren kritisch, im Hinblick auf Sanierungserfolge und Umweltauswirkungen, zu analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. In der Vorlesung werden den Studierenden die gesetzliche Regelungen, die sich mit Altlasten beschäftigen, die richtige Vorgehensweise bei der Untersuchung von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen sowie bei der Sanierung von Altlasten, das Gefährdungspotential einer Altlast im Hinblick auf die Art der Schadstoffe und den Emissionspfad, die verschiedenen Untersuchungsmethoden sowie eine geeignete Probenahmestrategie und analytisches Untersuchungsprogramm, unterschiedliche Sanierungstechniken und Rekultivierungsmaßnahmen vermittelt.

In den Übungen wird mit den Studierenden während des Besuchs ausgewählter belasteter Standorte und Sanierungseinrichtungen verschiedene altlastenbearbeitende Betriebe und Altlastenstandorte bewertet sowie die angewandten Sanierungsverfahren kritisch, im Hinblick auf Sanierungserfolge und Umweltauswirkungen, analysiert.

**Medienform:**

Präsentationen

**Literatur:**

Präsentationen; vertiefende Bücherliste auf Anfrage

**Modulverantwortliche(r):**

Kögel-Knabner, Ingrid; Prof. Dr. rer. nat. Dr. rer. nat. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ4206: Material Flow Management and Applications | Material Flow Management and Applications

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination consists of a research paper of around 12-15 pages which is the means to evaluate whether the students have understood and whether they are able to apply the methodology of material flow management on a case study in a scientifically manner and to create an own scientific paper about concepts for material flow management and treatment of materials based on the methodologies of material flow analysis and life cycle assessment.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

knowledge in natural science (biology, chemistry, ecology, physics);  
understanding for engineering science and also for social/cultural aspects.

#### Inhalt:

The students acquire detailed and differentiated knowledge about the following topics:

- need of material flow management
- procedure of material flow management
- material and substance flow analysis
- material flow assessment by sustainability indicators
- life cycle assessment
- development of strategies and measures for material flow management  
(e.g. resource efficiency, urban mining, industrial ecology, bio-economy, circular economy).

**Lernergebnisse:**

By the means of the module the students are able to:

- understand the necessity of material flow management
- understand the relationships between different processes, technological treatments of materials and organizational measures
- apply the procedure of material and substance flow analysis
- apply the assessment methods of indicator systems and life cycle assessment
- create concepts for material flow management and treatment of materials.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Concerning teaching methods, lecture and presentation parts provide the theoretical foundation of materials flow management. Real case studies are introduced to the students and worked out in the class. Likewise within interdisciplinary projects in reality, the students have to define and to solve problems collaboratively in group work by studying specialist literature and data sources. At the end they have to create a research paper as homework about this topic. The students are supervised by tutorials by the lecturer.

**Medienform:**

Power point presentation, lecture sheets, case studies of material and substance flow analysis and life cycle assessment.

**Literatur:**

Brunner, P.H., Rechberger H. (2004): Practical Handbook in Material Flow Analysis. Advanced Methods in Resource and Waste Management. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 318.  
Brunner, P.H.; Rechberger, H.; 2016: Handbook of Material Flow Analysis: For Environmental, Resource, and Waste Engineers. Taylor & Francis Inc; 2. Revised Edition, pp. 453  
Weber-Blaschke, G.; 2009: Stoffstrommanagement als Instrument nachhaltiger Bewirtschaftung natürlicher und technischer Systeme. Ein kritischer Vergleich ausgewählter Beispiele. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe in Forschung und Praxis“ des Wissenschaftszentrums Straubing, Bd. 1, Verlag Attenkofer, Straubing, 330 S.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Gabriele Weber-Blaschke - Lehrstuhl für Holzwissenschaft Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising; 08161/71- 5635; weber-blaschke@hfm.tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ6339: Angewandte Fließgewässerrenaturierung | Applied River Restoration

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                       |                       |                                    |                        |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|
| <b>Modulniveau:</b>   | <b>Sprache:</b>       | <b>Semesterdauer:</b>              | <b>Häufigkeit:</b>     |
| <b>Credits:*</b><br>3 | <b>Gesamtstunden:</b> | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b> | <b>Präsenzstunden:</b> |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

#### Lernergebnisse:

#### Lehr- und Lernmethoden:

#### Medienform:

#### Literatur:

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### WZ6332: Böden der Welt: Eigenschaften und Schutz | Soils of the World: Properties and Protection

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2014/15

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (25 min). Anhand der Prüfung zeigen die Studierenden, dass sie sämtliche Bodentypen der Erde mit ihren wichtigsten Eigenschaften kennen und ihre Genese und die Gründe für ihr Auftreten in den verschiedensten Teilen der Welt verstehen. Sie zeigen zudem, dass sie die Zusammenhänge zwischen der natürlichen Boden(un)fruchtbarkeit und der Gefährdung der Böden durch Landnutzung verstehen und Produktionsmöglichkeiten auf Standorten unterschiedlicher Fruchtbarkeit und deren geschichtliche und kulturelle Implikationen kennen. Sie zeigen, dass sie in der Lage sind, die spezifischen Erfordernisse bei der Nutzung verschiedener marginaler Standorte zu beurteilen. Zudem zeigen sie, dass sie die Möglichkeiten des Bodenschutzes durch den Einsatz von Bäumen kennen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Bodenkunde 1 und 2 müssen erfolgreich absolviert sein (Ausschlusskriterium).

#### Inhalt:

1. Eigenschaften, Verbreitung, Genese und Nutzungsmöglichkeiten sämtlicher Bodentypen der Erde, dargestellt gemäß der internationalen Bodenklassifikation WRB. 2. Das Welternährungsproblem, was ist Bodendegradation?, Steigerung der Nahrungsmittelproduktion auf fruchtbaren Standorten, marginale Standorte (stark erosionsgefährdet, semiarid, stark verwittert), Agroforstwirtschaft (Definitionen, Effekte von Bäumen auf den Boden, Erosionsschutz, Wasserhaushalt, Nährstoffhaushalt, die Rolle der Wurzeln).

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden kennen sämtliche Bodentypen der Erde mit ihren wichtigsten Eigenschaften. Sie haben ihre Genese und die Gründe für ihr Auftreten in den verschiedensten Teilen der Welt verstanden. Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen der natürlichen Boden(un)fruchtbarkeit und der Gefährdung der Böden durch Landnutzung. Sie kennen die Produktionsmöglichkeiten auf Standorten unterschiedlicher Fruchtbarkeit und deren geschichtliche und kulturelle Implikationen. Sie sind in der Lage, die spezifischen Erfordernisse bei der Nutzung verschiedener marginaler Standorte zu beurteilen. Sie kennen die Möglichkeiten des Bodenschutzes durch den Einsatz von Bäumen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen. Anhand der Vorlesungen werden den Studierenden sämtliche Bodentypen der Erde mit ihren wichtigsten Eigenschaften, ihre Genese und die Gründe für ihr Auftreten in den verschiedensten Teilen der Welt, Zusammenhänge zwischen der natürlichen Boden(un)fruchtbarkeit und der Gefährdung der Böden durch Landnutzung, die Produktionsmöglichkeiten auf Standorten unterschiedlicher Fruchtbarkeit und deren geschichtliche und kulturelle Implikationen sowie die Möglichkeiten des Bodenschutzes durch den Einsatz von Bäumen in Form von Präsentationen vorgestellt.

Anhand von Beispielen lernen die Studierenden die spezifischen Erfordernisse bei der Nutzung verschiedener marginaler Standorte zu beurteilen.

**Medienform:**

Präsentationen, Tafelanschriebe

**Literatur:**

1. IUSS Working Group WRB (2015): World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 106 FAO, Rom.
2. Zech, W., Schad, P., Hintermaier-Erhard, G. (2014): Böden der Welt. Ein Bildatlas. Spektrum-Verlag, Heidelberg.
3. Blanco, H., Lal, R. (2008): Principles of soil conservation and management.
4. Diamond, J. (2005): Collapse: How societies choose to fail or survive (auch auf deutsch)

**Modulverantwortliche(r):**

Peter Schad (schad@wzw.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30055: Automatisierung und Robotik im Bauwesen | Automation & Robotics in Construction [ARC]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung wird im Rahmen einer wissenschaftlichen Ausarbeitung erbracht. Die Bestandteile der Prüfungsleistung setzen sich aus einer finalen Präsentation der Arbeitsergebnisse mit anschließender mündlichen Befragung (50% der Gesamtnote) und einer schriftlichen Ausarbeitung in Form eines Berichts (50% der Gesamtnote) am Ende des Semesters zusammen.

In der Abschlusspräsentation und dem schriftlichen Bericht werden die Fähigkeiten der Studenten in Bezug auf die Entwicklung lösungsorientierter Ansätze, Transfer des erworbenen Wissens auf praxisbezogene Fallstudien und der Vermittlung der erzielten Ergebnisse vor Publikum überprüft.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine besonderen Vorkenntnisse erforderlich

#### Inhalt:

In diesem Modul werden folgende Inhalte vermittelt:

- Vorfertigung von linearen, flächigen und 3-dimensionalen Produkten/Bauteilen;
- industrielle Fertigungstechnologien und Fertigungsprozesse für: Vorfertigung von Stahlrahmen, Vorfertigung von Raumzellen, Vorfertigung von Holzrahmen- und Holzständerkonstruktionen, Vorfertigung von Raumzellen aus Holz, Vorfertigung von orthogonalen Betonelementen,

Vorfertigung von Betonfreiformen, Vorfertigung von Mauerwerkselementen (horizontales Verfahren, vertikales Verfahren);

- Grundlagen flexible Fertigungssysteme;
- Montageprozesse und Schnellverbindungssysteme für die Zusammenführung der vorgefertigten Elemente auf der Baustelle;
- systematisierte und vorgefertigte Installationssysteme;
- 0-Waste Vorfertigungsfabriken in Japan;
- geordneter Rückbau: Reverse Logistics, Re-Customization
- Logistik und Prozesssteuerung Off-Site (Vorfertigung)/On-Site (Baustelle);
- industrielle Baulogistik mit LKW / Schiff / Flugzeug;
- Logistik und ICT-gestütztes Enterprise Resource Planning;
- Innovative Methoden der Baulogistik (z.B. RFID);
- Überblick Automatisierung und Baurobotiksysteme auf der Baustelle (On-Site);
- automatisierte und roboterisierte Einzelsysteme;
- Automatisierte Hochbaustellen/-Systeme und Typologien;
- Modularisierung der Herstellungssysteme;
- Mensch-Maschine-Kooperation auf der Baustelle, "Exoskeleton"-Systeme;
- Bedeutung der Baurobotik für die Nachhaltigkeit: Automatisierter Rückbau, Urban Mining und Recycling.

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul können die Studierenden

- verschiedene Bausystemtypologien sowie die zugehörigen Fertigungstechnologien und Fertigungsprozesse unterscheiden,
- Effizienzpotentiale unterschiedlicher Strategien bestimmen und analysieren,
- die Bedeutung von Robotik und Automatisierung für Kundenintegration und Individualisierung in der industriellen Bauproduktion verstehen und zu adaptieren,
- eigenständig Anwendungsszenarien für den Einsatz von Automatisierung / Robotik für nachhaltigere Bauprozesse entwickeln,
- die eigenen Lösungsansätze vor einem kritischen Publikum präsentieren und in einer Fragerunde zu verteidigen sowie in einem wissenschaftlichen Bericht verfassen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul wird in Form von Vorträgen zur Vermittlung des Grundlagenwissens über roboterorientierte Bauprozesse abgehalten und durch Seminararbeit ergänzt. Im Rahmen des Seminars werden aktuelle praxisorientierte Fallstudien behandelt, bei denen die Studierenden in Gruppenarbeit das erworbene Wissen anwenden und eigene Lösungsansätze entwickeln können. Die Gruppenarbeit bieten den Studenten die Möglichkeit, aktiv an den projektbezogenen Themen zu erarbeiten, miteinander zu diskutieren und aktiv am Seminar teilzunehmen und erfordert gleichzeitig eine regelmäßige Anwesenheit, um die Teilergebnisse mit dem betreuenden Dozenten zu besprechen. Die erzielten Ergebnisse werden in einer abschließenden Präsentation am Ende des Semesters vorgestellt und in einem wissenschaftlichen Bericht verfasst.

**Medienform:**

Power Point Präsentation, Filme, Handouts, ggf. Exkursionen

**Literatur:**

Eine Literaturliste wird dem Thema entsprechend zu Beginn des Moduls den Studenten zur Verfügung gestellt.

**Modulverantwortliche(r):**

Bock, Thomas

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Automatisierung und Robotik im Bauwesen (Seminar, 4 SWS)

Bock T, Iturralde Lerchundi K, Pan W, Langosch K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ6415: Angewandte Limnologie (V+Ü) | Applied Limnology

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer mündlichen Prüfung (30 min) erbracht.

In der Prüfung zeigen die Studierenden, dass sie unbekannte Gewässer selbständig bewerten und gegebenenfalls Ansätze zur Restaurierung bzw. Sanierung der Gewässer entwickeln können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Der Besuch des Moduls Allgemeine Limnologie wird empfohlen.

#### Inhalt:

Das Modul umfasst folgende Inhalte:

Die Eutrophierung von Gewässern: historische Entwicklung, Ursachen, biologische Konsequenzen, Ausmaß, Verhinderung; Methoden der Gewässerqualifizierung: Vollenweider-Modell, chemische, physikalische und biologische Modelle; Gewässersanierung, Fallbeispiele, Gewässerbelüftung, P-Fällung, Sedimentkonditionierung, Biomanipulation, Gewässerversauerung: Historie, Ausmaß, chemische und biologische Konsequenzen, Gegenmaßnahmen, Praktische Einführung in die Bioindikation mit Makrophyten, Anwendung des Makrophytenindex zur Bewertung von Fließgewässern und Seen.

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, unbekannte Gewässer selbständig zu bewerten und gegebenenfalls Ansätze zur Restaurierung bzw. Sanierung der Gewässer zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. In der Vorlesung werden die notwendigen Grundlagen aus verschiedenen Bereichen der Angewandten Limnologie vorgetragen. In der Übung werden die theoretischen Grundlagen in Zusammenarbeit mit anderen Studierenden durch die Anwendung des Makrophytenindex zur Bewertung verschiedener Gewässertypen vertieft.

**Medienform:**

Power-Point, Flipchart, Tafelarbeit, Digitale Mikrophotographie

**Literatur:**

Wird in den Lehrveranstaltungen bekanntgegeben

**Modulverantwortliche(r):**

Uta Raeder (uta.raeder@wzw.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2469: Limnologie der Fließgewässer | Limnology of Running Waters

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung wird in Form einer mündlichen Prüfung (30 min) erbracht. Anhand der Prüfung zeigen die Studierenden, dass sie anhand von Messergebnissen der physikalischen und chemischen Verhältnisse sowie durch die kartierte Flora und Fauna unbekannte Fließgewässer typisieren und deren Qualität bewerten können. Die Studierenden zeigen, dass sie den ökologischen Zustand eines Gewässers anhand der EU-Wasserrahmenrichtlinie bewerten und Entwicklungspläne für Fließgewässer entwickeln können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Modul 'Allgemeine Limnologie' wird empfohlen.

#### Inhalt:

Das Modul umfasst folgende Inhalte:

1. Physikalisch-chemische Verhältnisse: Temperatur, Strömung, Grenzschichtphänomene, Substratverteilung, Sauerstoff, Kohlenwasserstoff, Nährstoffe.
2. Biologische Verhältnisse: Epiphyten, Makrophyten, Plankton, Konsumenten, Makroinvertebraten, Fische.
3. Besiedelung der drei Lebensräume im Fließgewässer: Pelagial, Benthos, hyporheisches Interstitial.
4. Anpassungsstrategien und Entwicklungsbiologie von Fließwasserorganismen, Fließgewässertypisierung, Saprobie und Trophie in Fließgewässern, River Continuum Concept.



5. Praktische Übungen, hydrophysikalische Messungen, hydrochemische Analysen, Kartierung der Flora und Fauna, Anwendung von biologischen Indices, Gewässerstrukturgütekartierung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, anhand selbständiger Messungen der physikalischen und chemischen Verhältnisse sowie durch die Kartierungen der Flora und Fauna unbekannte Fließgewässer zu typisieren und deren Qualität zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage, den ökologischen Zustand eines Gewässers anhand der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu bewerten und Entwicklungspläne für Fließgewässer zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. In der Vorlesung werden die notwendigen Grundlagen aus verschiedenen Bereichen der Fließgewässerlimnologie vermittelt. In der Übung werden die theoretischen Grundlagen zur Bewertung von Flüssen und Bächen in Zusammenarbeit mit anderen Studenten durch die Anwendung verschiedener physikalischer und chemischer Verfahren und biologischer Indices vertieft.

**Medienform:**

PowerPoint, Flipchart, Tafelarbeit, Digitale Mikrophotographie

**Literatur:**

Einführung in die Limnologie, Schwoerbel; Fließgewässerbiologie

**Modulverantwortliche(r):**

Uta Raeder (uta.raeder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR71115: Raumökonomie | Spatial Economy [RaumÖ]

*Raumökonomie*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                                 |                                     |                                          |                                      |
|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3           | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Schriftliche Prüfung am Semesterende

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

keine

#### **Inhalt:**

Im Zentrum des Moduls steht die Auseinandersetzung mit räumlichen Phänomenen in der gebauten sowie der unbebauten Umwelt. Siedlungswachstum, Polarisierung und die Verallgemeinerung urbaner Lebensformen sind weltweite Phänomene. Sie prägen sich in den verschiedenen Entstehungstypen und Entwicklungsstadien urbaner Räume unterschiedlich aus, weisen aber auch gemeinsame Züge auf, wie die Entstehung von hybriden und transformatorischen Stadt-Landschafts-Kontinua. Gemeinsam ist ihnen weiterhin, dass sie für die Gesellschaften Problem und Potenzial zugleich bedeuten. Diese werden aus raumökonomischer Sicht bearbeitet. Folgende Stichworte stehen aus raumökonomischer Sicht im Vordergrund: Raumverständnis (Raum als Distanz, Funktion und Prozess); Raumanalyse auf unterschiedlichen Maßstabsebenen; funktionale Entwicklungstreiber der Raumentwicklung; unterschiedliche Handlungslogiken raumprägender Akteure: funktional, territorial, morphologisch und die Anwendung dieser Zugänge in der Praxis; Wettbewerbsfähigkeit von Standorten; nachhaltige Raumentwicklung

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, zu verstehen, was Urbanistik unter dem Blickwinkel von Raumökonomie ausmacht.

& sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Entwicklungstreiber traditioneller und neuartiger funktionaler Räume zu verstehen

& sind die Studierenden in der Lage, zu verstehen wie diese Entwicklungstreiber auf die Morphologie und Entwicklung des Raumes einwirken

& sind die Studierenden in der Lage, Empfehlungen zur räumlich-urbanistischen Entwicklung abzugeben

**Lehr- und Lernmethoden:**

Der Grossteil des nötigen Wissens wird durch Vortrag vermittelt. Gastvorträge ergänzen die Wissensvermittlung. Die Studierenden werden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt.

**Medienform:**

In der Vorlesung werden Folien der Vorträge, grundlegende Literaturquellen und weitere Grundlagen auf der Lernplattform der TUM zur Verfügung gestellt. Externe Fachleute ergänzen mit Gastvorträgen das Programm.

**Literatur:**

Thierstein, Alain, Christian Kruse, Lars Glanzmann, Simone Gabi und Nathalie Grillon (2006): Raumentwicklung im Verborgenen. Untersuchungen und Handlungsfelder für die Entwicklung der Metropolregion Nordschweiz. Zürich: NZZ Buchverlag.

Thierstein, Alain, Stefan Lüthi, Christian Kruse, Simone Gabi und Lars Glanzmann (2008): Changing value chain of the knowledge economy. Spatial impact of intra-firm and inter-firm networks within the emerging Mega-City Region of Northern Switzerland. In: Regional Studies 42(8): 1113-1131.

Thierstein, Alain und Agnes Förster (Hrsg.) (2008): The Image and the Region - Making Mega-City Regions Visible! Baden: Lars Müller Publishers.

**Modulverantwortliche(r):**

Thierstein, Alain; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ6115: Planungsbezogenes Umweltrecht | Environmental Law [pIUR]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Klausur (60 min). Anhand der Klausur zeigen die Studierenden, dass sie die Struktur und Zusammenhänge des Umweltrechts verstehen. Sie zeigen zudem, dass sie rechtlich relevante Fragestellungen erkennen und jedenfalls grundsätzlich auch sachgerecht beantworten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Der vorherige Besuch der Vorlesung "Öffentliches Bau- und Planungsrecht" wird empfohlen, ist aber nicht zwingend erforderlich

#### Inhalt:

Regelungsgegenstände des Umweltrechts

Naturschutzrecht

" Landschaftsplanung

" Schutzgebiete

" Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung

" Artenschutzrecht

" FFH- und Vogelschutzgebiete

Immissionsschutzrecht

" Genehmigungsverfahren

" Genehmigungsvoraussetzungen

Umweltverträglichkeitsprüfung

## Wasserrecht

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Vorlesung verstehen die Studierenden die Struktur und Zusammenhänge des Umweltrechts. Sie sind zudem in der Lage, rechtlich relevante Fragestellungen zu erkennen und jedenfalls grundsätzlich auch sachgerecht zu beantworten. Sie sind in der Lage, bei einem konkreten Projekt sowohl mit weiteren Planern als auch und insbesondere mit juristischen Beratern des Bauherrn qualifiziert zusammenzuarbeiten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. In der Vorlesung werden den Studierenden die Struktur und Zusammenhänge des Umweltrechts sowie rechtlich relevante Fragestellungen vorgestellt und anhand von Auseinandersetzungen mit Gesetzestexten und Fallbeispielen veranschaulicht.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

Bundesnaturschutzgesetz; Bundes-Immissionsschutzgesetz; Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung; Wasserhaushaltsgesetz

### **Modulverantwortliche(r):**

Kuchler, Ferdinand; Prof. Dr. jur.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Planungsbezogenes Umweltrecht (Vorlesung, 2 SWS)

Albrecht H [L], Kuchler F

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1561: Value Chain Economics | Value Chain Economics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2014/15

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination consists of two presentations per group and a final written report (15 to 20 pages) per group. Each of the two presentations lasts 30 minutes and is followed by a 30-minute questions-and-answers session. The presentations take place throughout the semester during class time. The final written report is due at the end of the semester. Students summarize the content of their presentations and incorporate the feedback and information received during the questions-and-answers sessions in the final report.

The presentation tests the ability of students to (1) describe in oral form the main actors, their interactions and the structure of value chain(s), and the institutional environment (including industrial policies); (2) explain in oral form the performance of the chain(s), the distribution of welfare, the effect of the institutional environment on the chain's performance of the chain by applying economic models and conceptual frameworks; (3) explain in oral form potential challenges for the functioning and performance of the chain(s) and related market-based and non-market based solutions by applying economic models and conceptual frameworks.

The final paper tests the ability of students to (1) describe in written form the main actors, their interactions and the structure of the value chain(s), and the institutional environment (including industrial policies); (2) explain in written form the performance of the chain(s), the distribution of welfare, the effect of the institutional environment on the chain's performance by economic models and conceptual frameworks; (3) explain in written form potential challenges for the functioning and performance of the value chain(s) and suitable market-based and non-market based solutions to improve the performance of the chain(s) and related solutions by applying economic models and conceptual frameworks; (4) draw conclusions regarding the analysis of the value chain(s) performed throughout the semester.

Each presentation contributes 30% to the final grade. The final report contributes 40% of the final grade.

Each student in a group is responsible for one part of the presentation. Individualized grades for each group presentation are obtained as follows:

- 10% Organization and structure
- 20% Quality of content and originality
- 10% Clarity of exposition of the student
- 60% Ability of the student to address questions

All students in a group contribute to the drafting of the final report. The final report is structured in sections as listed below. Each section contributes to the grade for the final report with a given % weight as explained below. The final report sections and respective weights are as follows:

- Abstract, Introduction (10%)
- Value chain structure and institutional environment (20%)
- Challenges (20%)
- Proposed solutions (20%)
- Conclusions (20%)
- References (10%)

Each section of the report is graded as follows:

- 25% Organization and structure
- 25% Language quality
- 50% Quality of content and originality

For each section, the group clearly indicates the extent (in %) of each student's contribution. Individual grades for the final report are obtained by weighting the performance in each section by the student's contribution and summing up the partial grade for each section of the final report.

### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Undergraduate level microeconomics and industrial organization.

### **Inhalt:**

The course covers the economics of value chains with a focus the agro-food sector.

The course provides an overview of the institutional framework in which the EU agro-food sector operates, and covers trends in and challenges to the functioning and performance of the agro-food sectors in the EU, USA and developing countries. The course covers economic models and conceptual frameworks required to analyse the economic effects of various challenges posed by globalization, climate change, growing consumer demand for quality and sustainable products,

market power and the imbalance of power within the supply chain. The course introduces students to the EU industrial policy for the agro-food sector and discusses market-based and non-market based solutions to improve the functioning and performance of the agro-food sector, including food labelling and production, processing, and distribution standards, formal and informal coordination and alignment of incentives among different actors of the supply chain.

### **Lernergebnisse:**

After successfully completing the module, students will be able to perform an independent analysis of a value chain. This entails being able to:

- (1) describe the main actors, their interactions and the structure of the value chain
- (2) describe the institutional environment and the relevant industrial policies
- (3) assess the performance of the value chain and the distribution of generated welfare along the value chain by applying economic models and conceptual frameworks
- (4) assess the effect of the institutional environment (including industrial policies) on the functioning and performance of the value chain by applying economic models and conceptual frameworks
- (5) find suitable market-based and non-market based solutions to improve the functioning and performance of the value chain by applying economic models and conceptual frameworks
- (6) present in oral form the analysis of a value chain
- (7) draw up a written report of the analysis of a value chain

### **Lehr- und Lernmethoden:**

(2 SWS lecture) Lectures are used to provide an overview of the institutional framework, trends and challenges faced by the agro-food sector and to cover the economic models and conceptual frameworks needed to analyse value chains. Frontal lectures are used to provide students with the needed background for the analysis of value chain(s).

(1 SWS exercise) Market experiments (e.g., the-market-for-lemons-class-experiment) are used to illustrate economic models and conceptual frameworks. Group work is used to train students to research and summarize information related to value chain(s) and their institutional environment, to assess the performance of value chain(s), to explain challenges to the functioning and performance of value chain(s), to find potential solutions, and to draw up a final report.

(1 SWS seminar) Student presentations and class discussion are used to train students to present their analysis in oral form and to receive and integrate feedback into a written report.

### **Medienform:**

Teaching aids include: PowerPoint slides, scientific journal papers and hand-outs.

### **Literatur:**

Due to the lack of a standardized textbook on the specific subject, scientific journal articles from the recent literature and official reports from public institutions (e.g., EU, USDA etc.) will be provided during the lecture.



**Modulverantwortliche(r):**

Luisa Menapace [luisa.menapace@tum.de](mailto:luisa.menapace@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Value Chain Economics (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Menapace L [L], Ola O

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2757: Advanced Environmental and Natural Resource Economics | Advanced Environmental and Natural Resource Economics

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination consists of a written exam (90 min), a presentation (20 min) and a term paper (around 10 pages). The written exam shall give proof that the lecture content was understood and that it can be applied in exemplary exercises. Both the presentation and the term paper shall analyse a lecture topic in detail and place it in the economic environment. Weighting is as follows: 50 % written exam, 40 % term paper, 10 % presentation.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Environmental and Natural Resource Economics (recommended)

#### Inhalt:

Dynamic optimization; Theory of optimal extraction of renewable and non-renewable resources; Theory of joint production; Application of game theory to resource management; Optimal growth and green accounting

#### Lernergebnisse:

At the end of the module students have a profound knowledge of the economics of resource problems. They can derive the optimal time path to use renewable and non-renewable resources. They can explain how resources can be incorporated in the theory of optimal growth and how they can be accounted for in welfare and sustainability measurement. They can explain how some welfare enhancing effects are produced as a side effect of production systems. They are able to

apply resource economic theory to real life resource problems. They know how to apply the basic concepts of game theory and how these can be used to explain the (im)possibilities of reaching international environmental agreements.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures will be used to teach the theoretical material. Exercises will be used to apply the theory taught in the lectures to solve problems and to facilitate a better understanding of the subject matter. In order to enable students to critically reflect on lecture topics, interactive elements are integrated (e.g. group work, case study).

**Medienform:**

Lecture notes, Excel

**Literatur:**

will be told in the lecture

**Modulverantwortliche(r):**

Sauer, Johannes; Prof. Dr. agr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Advanced Environmental and Natural Resource Economics (Vorlesung, 4 SWS)

Sauer J [L], Mennig P, Zhou X

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000021: Volkswirtschaftslehre I - Mikroökonomie | Economics I - Microeconomics [VWL 1]

*Mikroökonomik*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                                 |                                     |                                           |                                      |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der Prüfung (schriftlich, 120 Minuten) sollen die Studierenden zeigen, dass sie in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel die erlernten mikroökonomischen Konzepte adequat interpretieren und die Methoden anwenden können. Durch die Verwendung von Multiple-Choice-Fragen, die entweder in einen Kontext/Fall/Szenario eingebettet sind oder vor der Beantwortung der Frage eine Berechnung verlangen, wird überprüft, ob die Studierenden die eingeübten Lösungsstrategien auf neue Situationen anwenden können und in der Lage sind, die richtigen ökonomischen Schlüsse zu ziehen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

Die Vorlesung führt in grundlegende Konzepte der Mikroökonomik ein. Gegenstand dieses Teilgebiets der Volkswirtschaftslehre ist die einzelwirtschaftliche Analyse der Haushalte, Unternehmen und staatlichen Organisationen sowie deren Interaktion auf Märkten.

Wie können die ökonomischen Entscheidungen der Konsumenten erklärt werden? Wie lässt sich daraus die aggregierte Nachfrage auf einem Markt herleiten? Welche Faktoren bestimmen die Produktionsentscheidungen eines Unternehmens? Welche Mechanismen führen zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage? Welcher Preis ergibt sich auf einem Wettbewerbsmarkt, welcher auf

einem Monopolmarkt? Was bewirken staatliche Eingriffe (z.B. Steuern, Preisregulierung)? Welche Beziehung besteht zwischen Marktmacht und gesellschaftlicher Wohlfahrt? Welche Faktoren führen zu Marktversagen?

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, ökonomische Zielkonflikte (insbesondere Knappheitssituationen von Konsumenten und Firmen) zu beschreiben. Zudem können sie Strategien zum Lösen dieser Zielkonflikte auf neue Situationen anwenden. Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden mikroökonomischen Mechanismen zu erklären, die zu Spezialisierung und Handel führen (insbesondere in Verbindung mit technologischem Fortschritt). Die Studierenden sind in der Lage vorauszusagen, wie sich staatliche Maßnahmen (z.B. Steuern, Preisregulierung) auf einfache Wettbewerbsmärkte auswirken. Sie können erklären, warum es in bestimmten Branchen zu Marktkonzentration kommen kann und wie sich Marktmacht auf die gesellschaftliche Wohlfahrt auswirkt. Sie können unterscheiden, welche Arten von Gütern an freien Märkten effizient bereitgestellt werden, und welche nicht.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Im interaktiven Lehrgespräch werden die wichtigsten Konzepte und Theorien der Mikroökonomie vermittelt und mit aktuellen empirischen Beispielen unterfüttert. Classroom Experiments ergänzen die klassische Vogelperspektive, indem sie vom Studierenden erfordern, sich in die Rolle verschiedener ökonomischer Akteure hineinzuversetzen und die vorgestellten Konzepte aktiv zu durchdenken. Onlineumfragen am Ende jedes Kapitels geben den Studierenden die Möglichkeit, die Themen auszuwählen, die sie gerne in den folgenden Vorlesungen intensivieren möchten. In der begleitenden Übung trainieren die Studierenden anhand von konkreten Fragestellungen und Beispielen die notwendigen mathematischen Techniken, um ein tieferes Verständnis der ökonomischen Konzepte zu erreichen. Im Selbststudium wiederholen die Studierenden mithilfe des Lehrbuchs die eingeführten Konzepte und wenden sie auf weitere Beispiele an.

Dieses Modul wird auch am TUM Campus Straubing angeboten.

### **Medienform:**

Lehrbücher, Slides, Übungsblätter, Classroom Experiments, Onlineumfragen

### **Literatur:**

Robert S. Pindyck and David L. Rubinfeld, Microeconomics, 8th Edition, Pearson, 2013 (ISBN 13: 978-0-13-285712-3). UND Robert S. Pindyck und David L. Rubinfeld, Mikroökonomie, 8. Aufl., Pearson Studium, 2013 (ISBN-13: 978-3868941678).

### **Modulverantwortliche(r):**

Kurschilgen, Michael; Prof. Dr. rer. pol.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Economics I - Übung (WI000021) am Campus Straubing (Übung, 2 SWS)

Drobner C, Goerg S

Economics I - Übung (WI000021) am Campus Straubing (Übung, 2 SWS)

Drobner C, Goerg S

Economics I (WI000021) am Campus Straubing (Microeconomics) (Vorlesung, 2 SWS)

Goerg S

Economics I (WI000021) am Campus Straubing (Microeconomics) (Vorlesung, 2 SWS)

Goerg S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000021\_E: Economics I - Microeconomics | Economics I - Microeconomics [VWL 1]

*Mikroökonomik*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der Prüfung (schriftlich, 120 Minuten) sollen die Studierenden zeigen, dass sie in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel die erlernten mikroökonomischen Konzepte adequat interpretieren und die Methoden anwenden können. Durch die Verwendung von Multiple-Choice-Fragen, die entweder in einen Kontext/Fall/Szenario eingebettet sind oder vor der Beantwortung der Frage eine Berechnung verlangen, wird überprüft, ob die Studierenden die eingeübten Lösungsstrategien auf neue Situationen anwenden können und in der Lage sind, die richtigen ökonomischen Schlüsse zu ziehen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

Das Modul führt in grundlegende Konzepte der Mikroökonomik ein. Gegenstand dieses Teilgebiets der Volkswirtschaftslehre ist die einzelwirtschaftliche Analyse der Haushalte, Unternehmen und staatlichen Organisationen sowie deren Interaktion auf Märkten.

Wie können die ökonomischen Entscheidungen der Konsumenten erklärt werden? Wie lässt sich daraus die aggregierte Nachfrage auf einem Markt herleiten? Welche Faktoren bestimmen die Produktionsentscheidungen eines Unternehmens? Welche Mechanismen führen zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage? Welcher Preis ergibt sich auf einem Wettbewerbsmarkt, welcher auf

einem Monopolmarkt? Was bewirken staatliche Eingriffe (z.B. Steuern, Preisregulierung)? Welche Beziehung besteht zwischen Marktmacht und gesellschaftlicher Wohlfahrt? Welche Faktoren führen zu Marktversagen?

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, ökonomische Zielkonflikte (insbesondere Knappheitssituationen von Konsumenten und Firmen) zu beschreiben. Zudem können sie Strategien zum Lösen dieser Zielkonflikte auf neue Situationen anwenden. Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden mikroökonomischen Mechanismen zu erklären, die zu Spezialisierung und Handel führen (insbesondere in Verbindung mit technologischem Fortschritt). Die Studierenden sind in der Lage vorauszusagen, wie sich staatliche Maßnahmen (z.B. Steuern, Preisregulierung) auf einfache Wettbewerbsmärkte auswirken. Sie können erklären, warum es in bestimmten Branchen zu Marktkonzentration kommen kann und wie sich Marktmacht auf die gesellschaftliche Wohlfahrt auswirkt. Sie können unterscheiden, welche Arten von Gütern an freien Märkten effizient bereitgestellt werden, und welche nicht.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Im interaktiven Lehrgespräch werden die wichtigsten Konzepte und Theorien der Mikroökonomie vermittelt und mit aktuellen empirischen Beispielen unterfüttert. Classroom Experiments ergänzen die klassische Vogelperspektive, indem sie vom Studierenden erfordern, sich in die Rolle verschiedener ökonomischer Akteure hineinzuversetzen und die vorgestellten Konzepte aktiv zu durchdenken. Onlineumfragen am Ende jedes Kapitels geben den Studierenden die Möglichkeit, die Themen auszuwählen, die sie gerne in den folgenden Vorlesungen intensivieren möchten. In der begleitenden Übung trainieren die Studierenden anhand von konkreten Fragestellungen und Beispielen die notwendigen mathematischen Techniken, um ein tieferes Verständnis der ökonomischen Konzepte zu erreichen. Im Selbststudium wiederholen die Studierenden mithilfe des Lehrbuchs die eingeführten Konzepte und wenden sie auf weitere Beispiele an.

### **Medienform:**

Lehrbücher, Slides, Übungsblätter, Classroom Experiments, Onlineumfragen

### **Literatur:**

Robert S. Pindyck and David L. Rubinfeld, Microeconomics, 8th Edition, Pearson, 2013 (ISBN 13: 978-0-13-285712-3). UND Robert S. Pindyck und David L. Rubinfeld, Mikroökonomie, 8. Aufl., Pearson Studium, 2013 (ISBN-13: 978-3868941678).

### **Modulverantwortliche(r):**

Kurschilgen, Michael; Prof. Dr. rer. pol.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Economics I Exercise - English (WI000021\_E): (BSc English Track) (Übung, 2 SWS)  
Drobner C, Inderst F, Kurschilgen M, Mukherjee A, Strobel M

Economics I (WI000021\_E) - English (Microeconomics) (Vorlesung, 2 SWS)



Kurschilgen M ( Drobner C, Inderst F, Mukherjee A, Strobel M )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000023: Volkswirtschaftslehre II - Makroökonomie | Economics II - Macroeconomics [VWL 2]

*Makroökonomik*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur (120 min.) am Ende des Semesters erbracht. Die Klausur ist derart gestaltet, dass sie die Fähigkeit der Teilnehmer darauf bewertet, makroökonomische Theorie anzuwenden, um tatsächlich auftretende, gesamtwirtschaftliche Probleme zu diskutieren und zu lösen. Studierende sollten ihre Fähigkeit zur Abstraktion (Denken in ökonomischen Modellen), Konkretisierung (Deutung und Anwendung der Ergebnisse im Modell), mathematischen Bearbeitung sowie grafischen Darstellung beweisen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine spezifischen Voraussetzungen

#### Inhalt:

Dieses Modul bietet eine Einführung in grundlegende Konzepte der Makroökonomik. Es deckt folgende Inhalte ab:

- Schlüsseleinrichtungen des Kapitalismus als Wirtschaftssystem (Privateigentum, Unternehmen, Märkte)
- technologischer Wandel als Auslöser von Wirtschaftswachstum
- Preisnehmer/Mengenanpassung und kompetitive Märkte
- Preissetzer/Mengenfixierung und Marktungleichgewichte
- funktionierende Märkte und Marktversagen

- Märkte, Verträge und Informationen
- Kredite, Banken und Geld
- Konjunkturschwankungen und Arbeitslosigkeit
- Arbeitslosigkeit, Inflation, Fiskal- und Geldpolitik
- technologischer Fortschritt und Lebensstandards
- die Große Depression, das goldene Zeitalter des Kapitalismus und die Weltwirtschaftskrise

### **Lernergebnisse:**

Nach Belegung des Moduls werden Studierende in der Lage sein, die Zusammensetzung und Verteilung des Bruttoinlandproduktes zu beschreiben. Sie können die ökonomischen Mechanismen, welche Arbeitslosigkeit sowie Geldpolitik und Inflation zu Grunde liegen, analysieren. Ferner werden Teilnehmende lernen, die Wirtschaftskrise und Vermögensunterschiede zwischen Ländern verstehen. Beim Bearbeiten ökonomischer Problemstellungen sind sie fähig, in Modellen zu denken und eine mathematische Lösungen anzuwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einem Übungskurs. Der Vorlesungsinhalt wird in einer mündlichen Präsentation mit Hilfe von Folien vorgetragen. Da das Fundament der Vorlesung ein Lehrbuch ist, welches auf der jüngeren Wirtschaftsgeschichte basiert, ist die Lehre voll lebensnaher Beispiele. Der Vorlesungsinhalt wird im Übungskurs in die Praxis umgesetzt, indem dieser das theoretische Wissen anhand mathematischer Berechnungen und grafischer Illustrationen anwendet. Daher zielt das Modul darauf ab, Teilnehmende dazu zu ermutigen, unabhängig über ökonomische Probleme, welche in der Vorlesung diskutiert wurden sowie jene der aktuellen Literatur, zu reflektieren. Studierende werden dazu befähigt, Instrumente (abstraktes und modellhaftes Denken) zur Operationalisierung ökonomischer Probleme zu verwenden und sie in üblicher, mathematischer Form zu lösen.

Das Modul wird auch am TUM Campus Straubing angeboten.

### **Medienform:**

<http://www.core-econ.org/>

### **Literatur:**

The CORE Project (2016): 'The Economy', in: Azm Premji University, Friends Provident Foundation, HM Treasury, Institute for New Economic Thinking, Open Society Foundations, SciencesPo, UCL (eds.), University College London.

### **Modulverantwortliche(r):**

Hottenrott, Hanna; Prof. Dr.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### ED0152: Erkenntnis und Kognition (vertieft) | Knowledge and Cognition (advanced topics)

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>135 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer Modulprüfung in Form einer Seminararbeit (3000 Wörter) oder eines Vortrags (35 min) abgeschlossen.

Um die Lernziele zu erreichen, ist neben theoretischem Input und Eigenstudium auch aktive Mitarbeit im Rahmen der Lehrveranstaltung notwendig. Deshalb werden Mid-Term-Leistungen angeboten, die - als Anreiz für die Studierenden - zu einer Verbesserung der Bewertung der Modulprüfung führen können. Mögliche Mid-Term-Leistungen sind: Referat, Gespräch, Protokoll/ Rekapitulation, Essay, Mitarbeit in der Präsenzzeit und in Online-Foren, Übungs-/Hausaufgaben. Art und Umfang der vorgesehenen Mid-Term-Leistungen werden in der Beschreibung der Lehrveranstaltung veröffentlicht.

Alle Einzelleistungen werden benotet. Die Gesamtnote der Mid-Term-Leistungen ergibt sich aus den nach Workload gewichteten Einzelleistungen. Ist diese besser als die Note der Modulprüfung, wird die Gesamtnote aus dem gewichteten Mittel der Modulprüfung und der Mid-Term-Leistungen errechnet. Die Gesamtnote der Mid-Term-Leistungen wird bei der Wiederholung einer nicht bestandenen Modulprüfung berücksichtigt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Modul "Erkenntnis und Kognition" (ED0145)

**Inhalt:**

Vertiefende Behandlung von Themen aus dem Modul "Erkenntnis und Kognition" und/oder Erörterung weiterführender Themen unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen und neuerer Forschungsergebnisse.

**Lernergebnisse:**

Die Teilnehmer besitzen vertiefte Kenntnisse über exemplarische Problemfelder und Forschungsdebatten der Erkenntnistheorie, Kognitionspsychologie bzw. philosophy of mind. Sie sind in der Lage, Informationen und Quellen eigenständig aufzubereiten und zu präsentieren. Sie können komplexe Sachverhalte und Argumentationen systematisch analysieren sowie klar und strukturiert vermitteln. Insbesondere entwickeln sie die Fähigkeit, fachspezifisches Wissen in übergreifende Zusammenhänge zu integrieren und interdisziplinär zu vermitteln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Seminar, Referate, Diskussionen, Selbststudium insbes. eigenständige Erarbeitung eines Themas

**Medienform:**

Skripte/Reader, Thesenpapiere, Tafelbilder, Power-Point, Literatur zur Lektüre

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Jörg Wernecke (wernecke@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000231: Asset Management | Asset Management

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is based on a written exam (120 minutes). The exam consists of calculations, multiple choice questions as well as open questions. By answering questions in multiple choice or text form, students have to show that they are able to understand the theory behind Asset Management (e.g. concept of utility and the calculation of basic utility measures, portfolio selection under various constraints, determinants of the capital asset pricing model and other factor models).

Moreover they show their ability to explain the basic models e.g. of portfolio theory.

By performing calculations and elaborating on theoretical considerations, students demonstrate their ability to evaluate and apply the methods presented in the module. They show that they are able to consider asset pricing models.

Students are allowed to use a 5 page DIN A4 formula gallery as well as a standard normal distribution table at the course and during the exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

MA9712 "Introductory Statistics" (Recommended)

MA9711 "Introductory Mathematic" (Recommended)

#### Inhalt:

The target of the module is to familiarize students with the concept of Asset Management from a theoretical perspective. The module provides the theoretical foundation that is required to

understand typical problems in Asset Management and illustrates how to solve these problems effectively by means of the appropriate tools (e.g. Excel Solver).

The following contents are addressed:

- Utility Theory and decisions under uncertainty
- Theory and application of basic models of portfolio theory with a particular focus on portfolio optimization under various constraints in the Markowitz mean-variance framework
- Theory and application of asset pricing models (e.g. Capital Asset Pricing Model, Arbitrage Pricing Theory)
- Theory and application of conditional asset pricing
- Portfolios Performance Measurement

### **Lernergebnisse:**

After successful completion of the module, students (1) understand the concept of utility theory (utility functions and link to risk attitudes) and can (2) calculate basic utility measures (absolute risk aversion, relative risk aversion, expected utility, certainty equivalent, risk premium); Students can also (3) explain and apply the basic models of portfolio theory, i.e. they can calculate the optimal portfolio allocation in the Markowitz mean-variance framework for an arbitrary set of asset returns under various constraints. Moreover, students (4) understand the fundamental concept of the Capital Asset Pricing Model and are able to (5) apply the model and its variants introduced in the module and also recognize the shortcomings of this model. Students (6) learn to use other asset pricing models and when to apply them. Finally, students (7) learn the theory, process and methods to measure the portfolios' performance.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module combines various learning methods:

- Basic knowledge, theoretical concepts and practical examples will be provided through the lecture.
- Controversial discussions and active participation in class are encouraged to deepen understanding of the concepts presented.
- In the exercises, students will apply their theoretical knowledge to concrete
- Demonstration of how to apply portfolio optimization on real-world data by using Excel
- Students will get insights into practice via several guest lecture

### **Medienform:**

Presentation slides, white board

### **Literatur:**

Elton, E. J./ Gruber, M. J. (2006): Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, USA, Wiley, 7th Edition.



Copeland, T. E./ Weston, J. F./ Shastri, K. (2006): Financial Theory and Corporate Policy, USA, Addison Wesley, 4th Edition.

**Modulverantwortliche(r):**

Kaserer, Christoph; Prof. Dr. rer. pol. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Asset Management - Übung (WI000231) (Übung, 2 SWS)

Kaserer C [L], Goncalves de Azevedo V

Asset Management (WI000231) (Vorlesung, 2 SWS)

Kaserer C [L], Goncalves de Azevedo V, Kaserer C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### ED0218: Wissenschafts- und Technikkommunikation | Science and Technology Communication

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                               |                              |                                          |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>120 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>83 | <b>Präsenzstunden:</b><br>37                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung umfasst aufgrund der unterschiedlichen Lernergebnisse der beiden zugeordneten Veranstaltungen zwei Teilleistungen: (1) ein Essay (1000-1500 Wörter) zum Workshop (20%) und (2) ein Referat (inkl. schriftl. Ausarbeitung (1000-1500 Wörter)) im Seminar (80%).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Zeitung, Internet oder Science Center: Es gibt viele Gesichter der Kommunikation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Immer mehr Wissenschaftler stellen sich auch dem Dialog auf dem Marktplatz. Welche Möglichkeiten der Vermittlung gibt es? Welche Herausforderungen stellen sich in der Kommunikation zwischen Wissenschaft, Medien, Politik und Öffentlichkeit? Wie kann ich als Wissenschaftler meine eigene Arbeit verständlich beschreiben? Wie lassen sich komplexe Sachverhalte interessant aufbereiten? Wie wird die gesellschaftliche Relevanz wissenschaftlicher Themen dargestellt?

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, Probleme und Möglichkeiten der Wissenschafts- und Technikkommunikation zu verstehen und Techniken für eine effektive Kommunikation anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vortrag und Präsentationen des Dozenten, Einzel- und Gruppenarbeit zu praktischen Beispielen, Referaten zu historischen, didaktischen und sozialwissenschaftlichen Perspektiven. Aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen.

**Medienform:**

PowerPoint, Filmausschnitte, Übungsaufgaben, Skriptum

**Literatur:**

Winfried Göpfert (Herausgeber): Wissenschafts-Journalismus: Ein Handbuch für Ausbildung und Praxis. Econ-Verlag, 2006.

Alexander Gerber: Trendstudie zur Wissenschaftskommunikation, 2011, [http://www.stifterverband.de/publikationen\\_und\\_podcasts/positionen\\_dokumentationen/wissenschaftskommunikation\\_trendstudie/wissenschaftskommunikation\\_trendstudie\\_2011.pdf](http://www.stifterverband.de/publikationen_und_podcasts/positionen_dokumentationen/wissenschaftskommunikation_trendstudie/wissenschaftskommunikation_trendstudie_2011.pdf).

**Modulverantwortliche(r):**

Heckl Wolfgang (heckl@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Corona | Herausforderungen für die Wissenschaftskommunikation (Seminar, 2 SWS)

Heckl W [L], Weitze M

Corona | Herausforderungen für die Wissenschaftskommunikation (Seminar, 2 SWS)

Heckl W [L], Weitze M

Wissenschaft kommunizieren (Verständliche Texte, kontroverse Dialoge und mehr) (Workshop, 1 SWS)

Weitze M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MCTS0036: Moderation (RESET) | Moderation (RESET)

*How to guarantee efficient group discussions and moderation*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Students must submit a research paper (2000 to 3000 words) in which they demonstrate that they have gained a deeper understanding of successful moderation. They do so by analysing a case or reflecting their own and other's communication patterns and behaviour in group discussions and moderation situations. In the paper, students demonstrate that they have acquired a greater awareness for communication challenges and barriers with different stakeholders, as well as an empathic and also assertive communication attitude. Furthermore, they show that they are able to apply effective communication techniques for the creation and maintenance of respectful and results-oriented group discussions, and also to learn from experience and - if necessary or advisable - to modify critical group communication patterns.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

This Skills module is aimed at students currently enrolled in the M.A. program 'Responsibility in Science, Engineering and Technology'. Students from other English-language MA programs can apply to join the respective course provided there is sufficient space available.

#### Inhalt:

It is a major challenge to communicate effectively with and to different stakeholders within the STS/RRRI context (in project meetings, planning processes or field activities), especially when targeting the change of paradigms and behaviour. Involving different stakeholders such as fellow researchers and partners but also decision makers, entrepreneurs, and civil society in productive,

interactive inter- and transdisciplinary meetings is a challenge and requires an informed and skilled intervention of the moderator. Relevant concepts for these interventions will be discussed and necessary skills will be trained.

### **Lernergebnisse:**

This module is dedicated to the challenges of successful communication in multi-stakeholder environments. Participants will acquire the following skills needed to support and moderate meetings and discussions (involving 3-20 participants) effectively and guarantee consistent outcomes:

- awareness for communication challenges and barriers with different stakeholders
- empathic and at the same time assertive communication attitude in moderation situations
- application of effective moderation techniques (e.g. active listening, rephrasing, question techniques, establishing rapport)
- ability to use these techniques for the creation and maintenance of respectful and result-oriented group discussions
- ability to learn from experience and - if necessary or advisable - to modify critical group communication patterns

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures to transfer knowledge about moderation and mediation; interactive exercises and simulations (role plays) to train group communication and moderation techniques

### **Medienform:**

Whiteboard, flip chart, exercise sheets, exercises, role plays, films

### **Literatur:**

MOORE, Ch. (2014). The Negotiating Process - Practical Strategies for Resolving Conflict.- 4th revised Edition; Jossey-Bass Publishers. San Francisco, CA, USA.

FISHER, R. & Ury, W. (2012). Getting To Yes: Negotiating Agreement Without Giving In. 3rd revised Edition (1st Ed. 1983). Penguin Books. New York, NY, USA.

SCHULZ v. THUN, F. (2004) Seven Tools for Clear Communication: The Hamburg Approach in English Language; Arbeitsgruppe Beratung und Training, Fachbereich Psychologie; 69 p.

### **Modulverantwortliche(r):**

Crail, Tina; M.A.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Moderation - How to Guarantee Efficient Communication within Groups (Workshop, 2 SWS)  
Caser U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR20091: Ergänzende Einführung Städtebau | Supplementary Introduction to Urbanism

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung wird in Form einer Übungsleistung und einer mündlichen Prüfung absolviert. Anhand kleiner urbanistischer Entwurfsaufgaben wird theoretisches städtebauliches Wissen auf seine Anwendung im konkreten Fall hin geprüft. Durch Transferleistung wird das Wissen in 2 Übungen zur analytischen Erfassung und Einordnung von Stadträumen, gesellschaftlichen Tendenzen und Referenzprojekten sowie Entwurfsstrategien angewandt. Bestandteile sind jeweils die Recherche vor Ort und die graphische Darstellung des thematisierten räumlichen Sachverhaltes. Ergänzend greift der Studierende ein Vorlesungsthema auf und erläutert dieses im abschließenden, mündlichen Prüfungsgespräch durch Anwendung auf einen Praxisfall. Dadurch wird die verbale Kommunikation städtebaulicher Sachverhalte in der Praxisanwendung abgeprüft.

Die Bewertungen der zwei zeichnerisch und schriftlichen Übungen und des Prüfungsgesprächs werden zusammengezogen und ergeben die Modulnote.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Modul AR20091 ist eine thematische Auskopplung aus dem Pflichtmodul AR 20016: Städtebau aus dem Bachelor-Studiengang Architektur und kann daher nicht von den (regulär für diesen Studiengang an der TUM eingeschriebenen) Studierenden dieses Studiengangs belegt werden.

AR20091 – Ergänzende Einführung Städtebau richtet sich an Studierende welche im Rahmen eines anderen Studiengangs oder eines Gastaufenthaltes an der TU München grundlegende Kenntnisse zu städtebaulichen Transformationsprozessen und in Konzepten und Werkzeugen des Städtebaus erwerben möchten. Für Studierende, welche erst ab der Masterstufe mit einem Wechsel des Studiengangs das Thema Stadt vertiefen möchten, eignet sich AR 20091 als guter Einstieg in die Grundkonzepte, Werkzeuge und Elemente des Städtebaus.

### **Inhalt:**

Das Modul AR 20091: Ergänzende Einführung Städtebau vermittelt ein Grundverständnis für die Komplexität und Vielfalt städtischer Räume in der Erläuterung von Grundkonzepten, Werkzeugen und Elementen des Städtebaus. Topographie und Kontext, Körper und Raum, Ort und Geschichte, Nutzung und Gebrauch, Routinen und Rituale, Zeiträume und Bewegung, subjektives Gefühl und kollektive Erinnerung, Infrastruktur und wirtschaftliche Dynamik sind nur einige von vielen Faktoren, die der Analyse zugänglich sind. Der Maßstab umfasst den engeren Kontext im städtebaulichen Umfeld bis hin zu regionalen Strukturen, von der Stadt und ihrem Umland bis hin zur Region. Das städtebauliche Instrumentarium der Architektur wird systematisch auf diversen städtebaulichen Maßstabsebenen und mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunktsetzungen angewendet.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- konkrete Stadträume in ihrer Komplexität und Vielfalt analytisch zu erfassen.
- zeitgenössische urbane Phänomene zu beobachten und zu entschlüsseln, zu deuten und in ihren jeweiligen Kontext einzuordnen.
- Referenzen räumlich orientierter Strategien für die Entwurfs- und Planungspraxis als Methoden und Werkzeuge im Entwurf einzusetzen
- wichtige zeitgenössische Grundkonzepte des Städtebaus, wie städtischer Mischung, Ordnung, Dichte, Öffentlichkeit, etc. zu überblicken und damit in entwerferischen Ansätzen zu argumentieren, und damit
- veränderte gesellschaftliche Tendenzen kreativ in urbane Projekte zu integrieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen werden durch Übungen begleitet. Die Teilnahme an den Vorlesungen vermittelt das notwendige Wissen, das in den Übungen exemplarisch zur Anwendung gebracht wird. Die Recherche und Analyse des Kontextes als eine elementare Voraussetzung architektonischen Planens und Entwerfens wird trainiert. Dabei kommen zusätzlich unterschiedliche Medien der Präsentation zur Anwendung. Damit wird der Zusammenhang von inhaltlicher Aussage und Medien der Darstellung weiter trainiert.

Die als Prüfungsleistung zu erbringenden Übungsaufgaben und thematische Erarbeitung zum Prüfungsgespräch werden von den Studierenden in Eigenstudium sowie unter unterstützender Anleitung bearbeitet

**Medienform:**

Vorlesung, ggfs. Stadtwanderung, Exkursion, (weiterführende) Literaturrecherche und Internetrecherche.

**Literatur:**

Weiterführende Literatur wird themenspezifisch in den Vorlesungsveranstaltungen bekanntgegeben

**Modulverantwortliche(r):**

Mark Michaeli, Prof. Dipl.Arch. ETH

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### AR30002: Raumökonomie | Spatial Economy [RÖKMA]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer zweistündigen Klausur, in der die Studierenden Theorien, Mechanismen und Wirkungen der ökonomisch-funktionalen Entwicklung von Raum und Immobilie ohne Hilfsmittel abrufen und erinnern und innerhalb begrenzter Zeit auf ein beschriebenes Problem übertragen sollen. Anhand der Übertragung der allgemeinen Kenntnisse auf ein konkretes Problem demonstrieren die Studierenden die Kompetenz, gängige Visualisierungen und Beschreibungen von raumökonomischen Zusammenhängen und räumlichen Entwicklungstreibern verstehen und die damit einhergehenden Herausforderungen für die Urbanistik beurteilen zu können.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform entweder auf eine schriftliche wissenschaftliche Ausarbeitung oder auf eine mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Studierenden müssen in der Lage sein, einfache räumliche Entwicklungen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen zu analysieren. Grundkenntnisse in Entwurf/Planung im städtebaulichen Maßstab sind von Vorteil. Sie verstehen, dass Räume unterschiedlich betrachtet werden können (morphologisch, territorial und funktional). Grundlegende Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens stellen die methodische Voraussetzung dar. Die Inhalte der

Veranstaltungen "Raumökonomie" und "Wissenschaftliches Arbeiten" des Bachelorstudiengangs Architektur der TUM bieten eine Grundlage für die erfolgreiche Absolvierung dieses Moduls.

### **Inhalt:**

Das Modul "Raumökonomie" nimmt zwei unterschiedliche Maßstabsebenen der Raumwissenschaft in den Blick: Die des Einzelgebäudes oder Ensembles, und die der großmaßstäblichen räumlichen Entwicklung in Stadt und Region. Die Vorlesung "Raumökonomie I" behandelt dabei vor allem neuartige funktionale Räume und aktuelle Themen der Wirtschaftsgeographie wie Mega-City Regions und Wissensökonomie und untersucht ökonomische Zusammenhänge und Entwicklungstreiber. Inhalte der Übungen ist vor allem die Raumanalyse auf unterschiedlichen Maßstabsebenen. Methodisch werden Fähigkeiten zur Visualisierung, Hypothesenbildung und Präsentation von Ergebnissen geschult. Die Vorlesung "Raumökonomie II" behandelt die einzelne Immobilie unter ökonomischen Gesichtspunkten. Inhalte der Vorlesung sind grundlegende Theorien und Zusammenhänge der Immobilienwirtschaft, des Immobilienmanagements und der Projektentwicklung.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage

- die wesentlichen ökonomischen Zusammenhänge und Entwicklungstreiber funktionaler Räume zu verstehen,
- zu verstehen wie diese Entwicklungstreiber auf die Morphologie und Entwicklung des Raumes einwirken,
- zu bewerten, ob Strategien zur räumlichen Entwicklungen die beabsichtigte Wirkung entfalten können,
- Empfehlungen zur räumlichen Entwicklung abzugeben,
- Wichtige Mechanismen des Immobilienmarktes zu verstehen,
- Grundlegende Theorien der Immobilienwirtschaft und des Immobilienmanagements wiederzugeben und anzuwenden,
- korrekte Hypothesen zu formulieren und anzuwenden,
- grundlegende Rhetorikkenntnisse und Regeln der Präsentation und Visualisierung anzuwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In der Vorlesung werden wesentliche Grundlagen medienunterstützt durch Experten vermittelt. Der Lehrinhalt wird durch Selbststudium vertieft. Die Studierenden werden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt.

### **Medienform:**

In den beiden Veranstaltungen werden wesentliche Inhalte von Expertinnen und Experten aus der Praxis und von Lehrstuhlmitarbeiterinnen und -mitarbeitern in Form von Vorträgen vermittelt. Die Folien der Vorträge, grundlegende Literaturquellen und weitere Grundlagen werden auf der Lernplattform "Moodle" der TUM zur Verfügung gestellt.

**Literatur:**

- Bentlage, Michael, Stefan Lüthi und Alain Thierstein (2013): Knowledge creation in German agglomerations and accessibility An approach involving non-physical connectivity. In: Cities, 30 (1), 47-58.
- Brauer, Kerry-U. (2013): Grundlagen der Immobilienwirtschaft. Wiesbaden: Springer.
- Conventz, Sven und Alain Thierstein (Hrsg.) (2014): Airports, Cities and Regions. Abingdon: Routledge.
- Maennig, Wolfgang und Matthias Ottmann (2011): Perspektiven des deutschen Immobilienmarktes und wirtschaftspolitische Herausforderungen. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik, 12 (2), 192-214.
- Müller-Stewens, Günter und Christoph Lechner (2005): Reflexion: Theoretische Ansätze des Strategischen. In: Günter Müller-Stewens und Christoph Lechner (Hrsg.) (2005): Strategisches Management, 144-158.
- Ottmann, Matthias (2005): Public-Private Partnerships im Lichte der ökonomischen Vertragstheorie. In: Bach, Hansjörg, Matthias Ottmann, Erwin Sailer und Frank Peter Unterreiner (Hrsg.) (2005): Immobilienmarkt und Immobilienmanagement, 179-215.
- Ottmann, Matthias (2009): Immobilienmärkte als Forschungsthema der Wirtschaftsgeographie. In: Martin Hess und Reinhard Paesler (Hrsg.): Wirtschaft & Raum: Wege und Erträge der Münchner wirtschaftsgeographischen Forschung, 55-67.

**Modulverantwortliche(r):**

Thierstein, Alain; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Raumökonomie II (Immobilienwirtschaft und Stadtentwicklung) (Vorlesung, 2 SWS)

Ottmann M

Raumökonomie I (Raumstruktur und Regionalentwicklung) (Vorlesung, 2 SWS)

Thierstein A, Wenner F

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30294: Klimagerechtes Bauen I | Climate Responsive Building I

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer 60 Minuten, Prüfungsart schriftlich.

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel Lösungswege und Analysen zu einer Aufgabe gefunden werden können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten. Darüber hinaus werden kurze Rechenaufgaben gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der Gebäudetechnik, Kenntnisse über die Bilanzierung von Gebäuden in energetischer und ökologischer Hinsicht.

#### Inhalt:

Die Vorlesung Klimagerechtes Bauen I zeigt Möglichkeiten eines ganzheitlichen Planungsprozesses auf, in dessen Mittelpunkt der Mensch als Nutzer gebauter Strukturen steht. Im Fokus der Wissensvermittlung steht das winterliche und sommerliche Verhalten von Gebäuden unter Einbeziehung standort- und klimaspezifischer Faktoren. Behandelt werden unter anderem die Aspekte Behaglichkeit, passive Maßnahmen, Raumkonditionierung und Energieversorgung sowie deren Wechselwirkungen untereinander. Dabei erstreckt sich die Bandbreite der Betrachtung von den Einflussgrößen auf den Heizwärmebedarf und den Kühlbedarf

von einzelnen Gebäuden bis hin zum kommunalen Energiemanagement. Desweiteren wird Energiespeicherung, gesetzliche Anforderungen, sowie Entwicklungen im Energieverbrauch Teil der Vorlesung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Wahlmoduls werden die Studierenden in der Lage sein die Zusammenhänge zwischen den Ausführungen der Gebäudehülle, dem Raumklima und den nötigen Behaglichkeitsanforderungen zu erkennen, zu benennen und anzuwenden und darüber hinaus nötige Raumkonditionierungssysteme und Techniken zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Im Zuge der wöchentlichen Vorlesung wird der Praxisbezug durch aktuelle Projektbeispiele und Diskussionen verstärkt den Studierenden nähergebracht. Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse werden im Eigenstudium zur Prüfungsvorbereitung vertieft und dann in der schriftlichen Prüfung abgefragt.

**Medienform:**

PowerPoint, Folien, Tafelarbeit

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Vohlidka, Philipp; Dipl.-Ing. (Univ.)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Klimagerechtes Bauen I (Vorlesung, 2 SWS)

Auer T, Vohlidka P, Wagner T, Zettelmeier C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30309: Denkmalpflege heute I | Conservation of historical buildings today I

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In Form einer mündlichen Prüfung (20 min.) werden anhand von grundsätzlichen Fragen und praxisbezogenen Fallbeispielen das Verständnis für Aufbau, Arbeitsweise und Vernetzung der Denkmalbehörden überprüft. Insbesondere auf die differenzierte Abwägung der Handlungsoptionen unter Beachtung der gesetzlichen Grundlagen wird in der Prüfung großer Wert gelegt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Das Modul vermittelt in Vorlesungen und Ortsterminen Einblicke in die Problemstellungen heutiger Denkmalpflege. Vorgestellt werden die wesentlichen Aufgabenbereiche des Landesamts für Denkmalpflege und die rechtlichen Grundlagen. Denkmalpflege heute I dient der Vermittlung des fachspezifischen Grundlagenwissens zum Umgang mit denkmalgeschütztem Gebäudebestand und den speziellen Anforderungen an die institutionellen Strukturen, die sich aus der Vielzahl und Vielfalt der geschützten Bauten ergibt.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul Denkmalpflege heute I sind die Studierenden in der Lage, Aufbau und Arbeitsweise der oberen Denkmalbehörde zu verstehen und die komplexe Vernetzung mit anderen Behörden und Ämtern zu erklären. Im Focus steht:

- das Verständnis für die denkmalpflegerrelevante Gesetzeslage und denkmalpflegerische Konventionen
- das Denkmalgesetz als Grundlage für die Praxis der institutionellen Denkmalpflege
- die Abwägung von Methoden und Strategien für bauliche Maßnahmen im denkmalgeschützten Bestand

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen vermitteln ein Verständnis für die heutige denkmalpflegerische Konvention anhand der Betrachtung der Geschichte und Entwicklung der Denkmalpflege in Deutschland und der sich daraus entwickelten Gesetzeslage.

Vorgestellte Beispielprojekte zeigen das Spektrum der möglichen Strategien und die Umsetzung der baulichen Maßnahmen. Ergänzende Ortstermine in den Außenstellen des Landesamtes für Denkmalpflege und des Landesamtes selbst geben Einblick in die praktische Arbeit der Ämter und veranschaulichen die komplexe Vernetzung der Ämter.

**Medienform:**

Vorlesungen mit Präsentation  
Exkursionen

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Hild, Andreas; Prof. Dipl.-Ing.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Denkmalpflege Heute I (Vorlesung, 2 SWS)

Pfeil M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30320: Technoscience and the City: Advances in Urban Theory | Technoscience and the City: Advances in Urban Theory

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Students will have to submit a final essay or report, which will measure not only the student's ability to critically understand and evaluate the role of technoscience in contemporary urbanization processes, as well as the material politics, sociotechnical imaginaries, invisible work, and knowledge controversies shaping contemporary urban assemblages, but also the capability of proposing original analyses of historical or contemporary developments.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Think of urban waste management, transport flows, noise abatement or tourist practices. Cities are made of multiple sociotechnical assemblages bringing together humans and non-humans, such as technologies, microbes, fuel or maps, in all sorts of ways for all sorts of purposes. For a long time, however, urban studies have mostly focused on the political economy of cities, on the logics of capital accumulation and class struggles shaping urbanization processes, overlooking the often contested role played by technoscience in shaping sociotechnical assemblages.

This module introduces students to new theoretical approaches, conceptual repertoires and understandings of the urban, urbanity and urbanization that, inspired in science and technology



studies, address the sociotechnical complexity of cities. Key issues addressed in this module include:

1. Histories of urban materials and technologies
2. Cities as technological artifacts and sociotechnical assemblages.
  - a. Performative, relational and fluid understandings of space
  - b. Buildings as quasi-technologies and the dynamics of sociotechnical systems
  - c. Cyborg and hybrid forms of urban life: infrastructural and inter-species assemblages
3. Urban cosmopolitics and the right to infrastructure

### **Lernergebnisse:**

1. Understanding the role played by materials and technologies in the history of urbanization and modes of urban coexistence
2. Analysing, through case studies, the sociotechnical assemblages, knowledge politics and hybrid urbanities emerging in contemporary processes of urban transformation
3. Critically evaluating and experimentally exploring the more-than-human politics of grassroots and citizen projects.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Teaching methods will include lectures, student presentations, in-class discussion of case studies and key texts, project work in groups, as well as regular discussions with the lecturer.

Lectures have the aim of introducing students into larger historical developments, conceptual genealogies and disciplinary contexts, as well as providing background information about the key authors to be discussed. The student's oral presentation is a means to foster not only the student's ability (a) to read analytically and engage critically with the suggested readings, but also (b) to conduct a discussion, through case studies, analysing the strengths, consequences, and problems of the arguments and case studies there present. In-class discussion of texts further fosters student's capabilities to recognize and react to different readings and interpretations of a text, as well as to dialogically work towards a common understanding of key arguments. Project work in groups aims at fostering the student's inventive skills to develop a theoretical or practical proposal. Regular discussions with the tutor ensure the student's ability to develop different insights for the completion of the final essay.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

Amin, A. & Thrift, N. (2002) Cities. Reimagining the Urban. Cambridge: Polity Press.  
Blok, A. & Farías, I. (Eds.) (2016) Urban Cosmopolitics. Agencements, Assemblies, Atmospheres. London: Routledge  
Corsín, A. (2014) The right to infrastructure: a prototype for open source urbanism. Environment and Planning D: Society and Space 32(2): 342-362

Farías, I., & Bender, T. (Eds.). (2009). Urban Assemblages: How Actor-Network Theory Changes Urban Studies. London: Routledge.

Graham, S. & Marvin, S. (2001) Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities, and the Urban Condition. London: Routledge.

Guggenheim, M. & Söderström, O. (Eds.) (2009) Re-shaping Cities. How Global Mobility Transforms Architecture and Urban Form. London: Routledge

Heynen, N. Kaika, M. & Swyngedouw, E. (Eds.) (2006) In the nature of cities: urban political ecology and the politics of urban metabolism. London: Routledge

Latour, B. & Hermant, E. (1998) Paris Ville Invisible. Paris: La Decouverte

**Modulverantwortliche(r):**

Farias Hurtado, Ignacio; Prof. Dr. phil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ignacio Farías

Tomás Sanchez Criado [tomas.criado@tum.de](mailto:tomas.criado@tum.de)

Laurie Waller [laurie.waller@tum.de](mailto:laurie.waller@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30331: Denkmalpflege heute II | Conservation of historical buildings today II

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In Form einer mündlichen Prüfung (20 min.) werden anhand von grundsätzlichen Fragen und praxisbezogenen Fallbeispielen das Verständnis für Aufbau, Arbeitsweise und Vernetzung der Denkmalbehörden überprüft. Insbesondere auf die differenzierte Abwägung der Strategien und Methoden, sowie die Umsetzung der baulichen Maßnahme unter Beachtung der gesetzlichen Grundlagen wird in der Prüfung großer Wert gelegt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Teilnahme am Modul Denkmalpflege heute I.

#### Inhalt:

Aufbauend auf das Modul Denkmalpflege heute I, vermittelt das Modul in Vorlesungen und Ortsterminen Einblicke in das Berufsbild der institutionellen Denkmalpflege. Insbesondere die Anwendung des Denkmalschutzgesetzes in Bezug auf Bauaufgaben im denkmalgeschützten Bestand wird als wesentlicher Aufgabenbereich des Landesamts für Denkmalpflege vermittelt. Zum einen werden die rechtlichen Grundlagen als theoretische Basis vorgestellt und in ihrer Bedeutung analysiert. Zum anderen erhalten die Studierenden Einblick in die Umsetzung der normativen Texte in der denkmalpflegerischen Praxis vor Ort. Insbesondere wird das Bewusstsein für die spezifischen Anforderungen für jedes Einzelobjekt geschärft und Wege der individuell abzustimmenden Handlungsweisen aufgezeigt.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul Denkmalpflege heute II sind die Studierenden in der Lage, Aufbau und Arbeitsweise der oberen Denkmalbehörde zu verstehen und die komplexe Vernetzung mit anderen Behörden und Ämtern zu erklären. Im Focus steht:

- das Bewertung der denkmalpflegerelevanten Gesetzeslage und relevanter technischer Normen
- die Kenntnis über Verfahrenswege und praktischen Vollzug des Denkmalgesetzes
- die Abwägung von Methoden und Strategien für bauliche Maßnahmen im denkmalgeschützten Bestand
- die Fähigkeit eigenständige Lösungen zum adäquaten Umgang mit denkmalgeschütztem Gebäudebestand zu kreieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen vermitteln ein Verständnis für die heutige denkmalpflegerische Konvention anhand der Betrachtung von vorgestellten Beispielprojekten an denen verschiedene Verfahren zur Umsetzung des Denkmalgesetzes aufgezeigt werden, sowie unterschiedliche bauliche Umsetzungen verglichen werden. Ergänzende Ortstermine in den Außenstellen des Landesamtes für Denkmalpflege und des Landesamtes selbst geben Einblick in die praktische Arbeit der Ämter. Ortstermine in baulichen Referenzprojekten veranschaulichen die konkrete Durchführung denkmalpflegerischer Bauaufgaben.

**Medienform:**

Vorlesungen mit Präsentation  
Exkursionen

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Hild, Andreas Pfeil, Mathias

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Denkmalpflege Heute I (Vorlesung, 2 SWS)

Pfeil M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30386: European Mega City Regions | European Mega City Regions [EMCR]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur. In der Klausur müssen die Studierenden die begrifflichen Grundlagen, Theorien und Befunde aus der Raumentwicklung strukturiert wiedergeben. Die Klausur besteht aus offenen Fragen, wodurch die schriftliche Ausdrucksfähigkeit gefördert wird.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf Übungsleistungen, insbesondere e-Tests umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Die Prüfungsform umfasst einen e-Test. Der Prüfungstermin wird rechtzeitig in der Veranstaltungsbeschreibung bekanntgegeben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Studierenden müssen in der Lage sein, einfache räumliche Entwicklungen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen zu analysieren und kennen die funktionalen Entwicklungstreiber der Raumentwicklung. Grundkenntnisse in Entwurf / Planung im städtebaulichen Maßstab sind von Vorteil. Sie verstehen, dass Räume unterschiedlich

betrachtet werden können (morphologisch, territorial und funktional). Grundlegende Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens stellen die methodische Voraussetzung dar. Die Module "Raumökonomie" und "Wissenschaftliches Arbeiten" des Bachelorstudiengangs Architektur bieten die Grundlagen für die erfolgreiche Absolvierung dieses Moduls. Ausreichende Englischkenntnisse sind notwendig.

### **Inhalt:**

Im Zentrum des Moduls European Mega-City Regions stehen funktionale Räume, wie polyzentrische Metropolräume und deren Entwicklungstreiber. Dabei wird die räumliche Entwicklung, räumliche Strategien und deren Konsequenzen in der gebauten Umwelt untersucht. Fachliche Inhalte sind das Raumverständnis (Raum als Distanz, Funktion und Prozess); die Raumanalyse auf unterschiedlichen Maßstabsebenen; funktionale Entwicklungstreiber der Raumentwicklung; unterschiedliche Logiken Raum zu erfassen: funktional, territorial, morphologisch und die Anwendung dieser Zugänge in der Praxis; funktionale Räume; Strategien der räumlichen Entwicklung und beabsichtigte, wie nicht-beabsichtigte Folgen dieser Strategien/ Planungen. Methodische Inhalte sind: Visualisieren, Hypothesenbildung und Präsentation von Ergebnissen mündlich sowie schriftlich

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,

- zu verstehen, was funktionale Räume sind,
- die wesentlichen Entwicklungstreiber dieser funktionalen Räume zu verstehen,
- zu verstehen wie diese Entwicklungstreiber auf die Morphologie und Entwicklung des Raumes einwirken,
- zu bewerten, ob Strategien zur räumlichen Entwicklungen die beabsichtigte Wirkung entfalten können,
- Empfehlungen zur räumlichen Entwicklung abzugeben,
- korrekte Hypothesen zu formulieren und anzuwenden sowie
- grundlegende Rhetorikkenntnisse und Regeln der Präsentation anzuwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Ein Teil des nötigen Wissens wird durch Inputreferate von Expertinnen und Experten aus der Praxis und von Lehrstuhlmitarbeiterinnen und -mitarbeitern vermittelt, ein anderer durch Übungen. Die Studierenden werden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. Sie vertiefen ihre Erkenntnisse durch eine eigene Gruppenarbeit, welche sie am Schluss der Veranstaltungen präsentieren müssen. Die Arbeit der Gruppen wird von den Dozierenden durch eine Betreuung der Gruppen unterstützt.

### **Medienform:**

Vortragsfolien; Diese werden auf der Lernplattform der TUM bereitgestellt

### **Literatur:**

Hall, Peter und Kathy Pain (2006): The Polycentric Metropolis. Learning from Mega-City Regions in Europe. London: Earthscan.

Lambregts, Bart (2009): The Polycentric Metropolis Unpacked. Concepts, Trends and Policy in the Randstad Holland. Bangkok: Pimsuay Co., Ltd.

Lüthi, Stefan, Alain Thierstein und Viktor Goebel (2010): Intra-firm and extra-firm linkages in the knowledge economy: the case of the emerging mega-city region of Munich. In: Global Networks, 10(1), 114-137.

Pain, Kathy (2008): Examining "Core-Periphery" Relationships in a Global City-Region: The Case of London and South East England. In: Regional Studies 42(8), 1161-1172.

Taylor, Peter J., David M. Evans und Kathy Pain (2008): Application of the interlocking Network Model to Mega-City-Regions: Measuring Polycentricity Within and Beyond City-Regions. In: Regional Studies 42(8), 1079-1093.

**Modulverantwortliche(r):**

Thierstein, Alain; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### AR30400: Raumprozesse in der Stadt beobachten

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                              |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b>              | <b>Semesterdauer:</b>                     | <b>Häufigkeit:</b>           |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>160 | <b>Präsenzstunden:</b><br>20 |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung des Moduls ist ein semesterbegleitend zu erarbeitendes Lernportfolio. In Einzelarbeit dokumentieren die Studierenden erkannte Zusammenhänge und Verknüpfungen zeitgenössischer städtischer und vorstädtischer Strukturen und deren Transformationsmuster sowie ihre individuelle Reflektion erkannter Ansätze nachhaltiger Raumprozesse. Zudem sind im Lernportfolio drei räumliche Situationen im Universitätsumfeld genau zu untersuchen, um nachzuweisen, dass sie Instrumente des Städtebaus und des Stadtbeobachtens einsetzen und testen können.

Das gesamte Lernportfolio ist zum Prüfungstermin in grafischer Darstellung als ein Poster zu präsentieren.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kein Vorwissen erforderlich. Für Studierende mit BA Architektur der TUM ist dieses Format leider nicht wählbar.

#### Inhalt:

Das Modul vermittelt systemische Einblicke in die Grundprinzipien von Stadtplanung und Stadtentwicklung (Urban Development), die auf den Grundprinzipien des nachhaltigen Städtebaus basieren. Schwerpunkte sind (unter anderem)

- Wahrnehmung und Erkundung von Schlüsselfragen von Transformation, Techniken zur Problemerkennung und Konzeptualisierung von Lösungsstrategien im urbanen Raum,



- Anwendung beispielhafter morphologischer und physiologischer Indikatoren der Stadtstruktur sowie

- der Darstellung von Stadterneuerungsprozessen in Best-Practice-Projekten.

Das Modul konfrontiert den Studierenden mit einem Repertoire an Möglichkeiten, komplexe räumliche, ästhetische, soziale, kulturelle, ökologische und nachhaltige Qualitäten in zeitgenössische Wohnumgebungen zu integrieren. In physischen Begegnungen mit der Stadt (Workshops vor Ort) werden wichtige städtische Umgebungen und Stadtphänomene im wirklichen Leben untersucht.

### **Lernergebnisse:**

Nach absolvieren des Moduls können die Studierenden die gegenwärtigen Transformationsmuster zeitgenössischer städtischer und vorstädtischer Strukturen einschließlich der Zusammenhänge zwischen ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren erkennen und verstehen. Anhand von Beispielen können die Studierenden grundlegende Ideen und Ansätze für nachhaltige Raumprozesse reflektieren und verstehen. Sie sind in der Lage die Instrumente des Städtebaus und des Stadtbeobachtens in konkreten Situationen einzusetzen und im tatsächlichen Kontext zu testen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vortragsreihe, die in ein Praxisseminar einfließt: In der Vorlesung werden grundlegende städtebauliche Themen

eingeführt, die dann im Workshop zur Erkundung aktueller Handlungen individuell angewendet werden.

die dann bei einem Stadtspaziergang, bei der Bestandsaufnahme einer kleinräumlichen städtischen Situation und bei der Beobachtung und Dokumentation von Nutzerverhalten individuell angewendet werden.

### **Medienform:**

Keynote, Übungsblätter, Skizzenpapier

### **Literatur:**

Relevante Literaturhinweise werden in den Vorlesungen präsentiert.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Mark Michaeli

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU36008: Messtechnik Seminar | Methods of Measurement

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                    |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Unregelmäßig |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30       |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis wird durch die Abgabe einer Hausarbeit in Form eines Berichts am Ende des Semesters erbracht, aus welcher sich die Note für das Modul ergibt.

Das Ziel der Ausarbeitung ist der Nachweis, dass die im Rahmen des Seminars erarbeiteten Themen aus dem bauphysikalischen und messtechnischen Kontext verstanden wurden und schriftlich wiedergegeben werden können. Dazu müssen im Laufe des Semesters in Eigenarbeit Problemstellungen zu einem bauphysikalisch Phänomen messtechnisch analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Fähigkeiten, Lösungswege gefunden, umgesetzt und dokumentiert werden.

Die Erstellung der Seminararbeit erfordert die wissenschaftlich korrekte Wiedergabe von erlernten Abläufen, Methoden und Zusammenhängen.

Zur Erstellung der Seminararbeit sind alle Hilfsmittel zugelassen. Auf eine wissenschaftlich korrekte Arbeitsweise (insbesondere Zitierweise) wird Wert gelegt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse der bauphysikalischen Zusammenhänge
- Verstehen von Planunterlagen
- Konstruktives Verständnis von Aufbauten und Details um bauphysikalische Erkenntnisse darauf anwenden zu können.
- Grundkenntnisse der Elektro- und Messtechnik
- Kenntnisse der Inhalte aus den Veranstaltungen:
- Bauphysik Grundmodul

- Bauphysik Ergänzungsmodul
- Messtechnik

**Inhalt:**

- Aktuelle, meist fächerübergreifenden Themen aus verschiedenen Bereichen der Bauphysik wie Feuchte, Schall, Wärme, Licht, Nachhaltigkeit und deren messtechnische Anforderungen
- Messtechnik und baupraktische Anwendung
- Einführung in notwendige Spezialsoft- und Hardware

**Lernergebnisse:**

In kleinen oft interdisziplinären Teams wird ein Thema der Bauphysik messtechnisch analysiert. Die Studierenden sind nach der Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung in der Lage, eine fachgerechte Messung durchzuführen und im Anschluss daran eine Vermittlung bauphysikalischer Zusammenhänge zu entwickeln und diese in schriftlicher Form wiederzugeben.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrveranstaltung beinhaltet eine klassische Vorlesung sowie Workshops mit Experimenten. Zusätzlich hierzu werden den Studierenden weiterführende Informationen zu den einzelnen Themengebieten in einem Online-Lernraum zur Verfügung gestellt.

Dies ermöglicht es, im intensiven Austausch mit den Studierenden zu treten, Fragen zeitnah und persönlich zu beantworten und die Experimente und Messungen selbstständig durchführen zu können. Im Online-Lernraum können diese Fragen dann weiter diskutiert und zusätzlich Information zu einzelnen Themen bereitgestellt werden.

**Medienform:**

Powerpoint-Präsentationen und themenabhängige Fachliteratur  
Ggf. spezielle Software aus dem Bereich Messtechnik und Messdatenerfassung

**Literatur:**

Fachliteratur wird speziell an die jeweiligen Themen angepasst zur Verfügung gestellt.

**Modulverantwortliche(r):**

Klaus Peter Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU36011: Seminar klima- und kulturgerechtes Bauen in der Bauphysik | Seminar Climate-Culture-Building in Building Physics [Seminar klima- und kulturgerechtes Bauen in der Bauphysik]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                    |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Unregelmäßig |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30       |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung erfolgt durch die Abgabe einer Projektarbeit in Form einer schriftlichen Ausarbeitung von 15 - 25 Seiten, welche in Gruppenarbeit zu erarbeiten ist. Bestandteile der Ausarbeitung sind die Analyse des Klimas, der Baukultur und der Ressourcen der jeweils ausgewählten Region, sowie die Entwicklung eines darauf basierenden Gebäudekonzepts eines ideellen Wohngebäudes. Zudem soll eine übersichtliche Kurzzusammenfassung dieser Ergebnisse erfolgen. In der Projektarbeit soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden in der Lage sind, ein bauphysikalisches Gebäudekonzept mit dem Fokus auf die Behaglichkeit der Nutzer unter Berücksichtigung der vorhandenen Einflüsse aus der Baukultur und dem Klima ausgewählter Regionen erstellen zu können. Des Weiteren sollen die erarbeiteten Ergebnisse in einer Präsentation vorgestellt werden. Mit dieser weisen die Studierenden nach, dass Sie Ihre Ergebnisse verständlich vortragen können. Jedes Gruppenmitglied hat seine für einen Teilbereich der Gesamtaufgabe entwickelte Lösung kenntlich zu machen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bauphysik Grundmodul, Bauphysik Ergänzungsmodul

#### **Inhalt:**

Einleitend werden im Rahmen dieser Veranstaltung die bauphysikalischen Grundanforderungen eines Wohngebäudes in Hinblick auf das Raumklima und die Behaglichkeit wiederholt:

- Wärme/Kälte
- Feuchte
- Akustik
- Licht
- Frischluft

Anschließend werden die regional abhängigen Einflüsse auf die bauphysikalischen Grundanforderungen betrachtet. Dabei liegt der Fokus auf:

- Baukultur
- Klima
- Ressourcenschonendes Bauen

Des Weiteren wird die Thematik der bauphysikalischen Konzepterstellung für Wohnbauten im Sinne der Nachhaltigkeit behandelt.

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, sich an die bauphysikalischen Grundanforderungen eines Wohngebäudes zu erinnern,

- Zusammenhänge zwischen den bauphysikalischen Anforderungen und dem regional abhängigen Klima sowie der Wohnkultur zu verstehen,
- dieses Wissen anzuwenden, um ausgewählte Regionen hinsichtlich der jeweiligen Parameter zu analysieren,
- ein bauphysikalisches Gebäudekonzept unter Berücksichtigung der klimatischen und kulturellen Einflüsse für unterschiedliche Regionen im Sinne der Nachhaltigkeit entwickeln zu können.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In der ersten Projektphase werden Grundlagen bezüglich klima- und kulturgerechtem Bauen in klassischen Präsentationen vermittelt. Anschließend erfolgt die Analyse der Parameter der jeweiligen Region, welche durch Rücksprachetermine begleitet wird. In der zweiten Projektphase werden die Studierenden in klassischen Vorlesungen auf die bauphysikalische Gebäudekonzeption vorbereitet. Die Entwicklung der Konzepte werden durch zyklische Rücksprache- und Diskussionstermine begleitet. Abschließend erfolgt die Präsentation der Ergebnisse in Vorträgen. Eine oder mehrere Kurz-Exkursionen sind vorgesehen.

### **Medienform:**

Tafel, Powerpoint, eTeaching, Präsentationen

### **Literatur:**

Grundlagenliteratur: G.Hausladen (2012): Klimagerecht Bauen - Ein Handbuch, weitere Literatur wird speziell an die jeweilige zu bearbeitende Region angepasst zur Verfügung gestellt.

### **Modulverantwortliche(r):**

Klaus Peter Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Seminar klima- und kulturgerechtes Bauen in der Bauphysik (Seminar, 2 SWS)

Mayer A [L], Mayer A, Schmidt S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU37016: Anwendungsgerechte Optimierung mineralischer Baustoffe | Optimization of building materials for practical applications**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur. Mithilfe dieser Klausur soll nachgewiesen werden, dass der Studierende ein grundlegendes Verständnis mineralischer Baustoffe und anwendungsgerechter Optimierung komprimiert und unter zeitlichem Druck wiedergeben kann. Die Prüfung besteht aus allgemeinen Fragen, in deren Antworten die Studierenden erörtern und diskutieren, stichpunktartig beschreiben und aus vorgegebenen Mehrfachantworten die richtige Antwort ankreuzen müssen. Teils müssen auch kleine Rechenaufgaben gelöst werden.

Die Form der schriftlichen Prüfung ermöglicht somit eine realistische Einschätzung bezüglich der im Rahmen des Moduls erlangten unterschiedlichen Erkenntnisstufen.

Außer einem Taschenrechner sind keine weiteren Hilfsmittel erlaubt.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Abgeschlossenes Bachelorstudium des Bauwesens (Architektur, Bauingenieurwesen o.ä), der Ingenieur- oder Naturwissenschaften; Grundlagenausbildung in den Gebieten Mathematik, Physik, Chemie, Werkstoffkunde - idealerweise der mineralischen Werkstoffe.

### **Inhalt:**

Darstellung aktueller Baustoffentwicklungen in den Bereichen Konstruktions-, Fassaden- und Ausbauwerkstoffe. Behandlung der Entwicklungsziele für Werkstoffe für modernes Bauen und der erforderlichen Entwicklungsstrategien gegliedert in folgende Teilbereiche:

- Zementhydratation, -chemie und -eigenschaften
- Latent-hydraulische und puzzolanische Betonzusatzstoffe
- Schnell- und Quellsemente
- Sonderzemente: low energy binder
- Behandlungsmethoden zur Entwicklung neuer Baustoffe
- Mehrkomponentige Bindemittel
- Betone zur Vorbeugung von Alkali-Kieselsäure Reaktion
- Betone mit hohem Sulfatwiderstand
- Betone mit nachwachsenden Rohstoffen
- Multifunktionale Baustoffe, Multifunktionalität, Nanotechnologie, Bionik und Werkstoffkombinationen mit nachwachsenden Rohstoffen

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die für technische Anwendungen relevanten Eigenschaften von neu entwickelten mineralischen Baustoffen zu erfassen und die Werkstoffe anwendungsgerecht zu optimieren.

Die Studierenden sind in der Lage zu beurteilen, in wie weit Baustoffeigenschaften durch die Rohstoffauswahl und die eingesetzte Prozesstechnik verändert werden können und welche erforderlichen Anpassungen im Herstellprozess für eine Modifizierung der Baustoffeigenschaften notwendig sind. Darüber hinaus sind die Studierenden fähig, Schadensreaktionen zu analysieren und vorbeugende Maßnahmen im Hinblick auf die verwendeten Baustoffe zu erläutern.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In der Veranstaltung werden die wesentlichen Lehrinhalte grundsätzlich in Form einer klassischen Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation vermittelt. Auf das eigenverantwortliche Studium der Fachbegriffe und der grundlegenden Zusammenhänge an Hand der Vorlesungsunterlagen, der Mitschriften und der empfohlenen Literatur wird großer Wert gelegt. Um den Studierenden Aktualität und Relevanz des Themas näher zu bringen werden aktuelle Fragestellungen aus der Forschung zuerst in Kleingruppen behandelt und dann gemeinsam mit dem Dozenten am Flipchart eingeordnet, erörtert und in den Gesamtkontext eingebettet. Besondere Detailsaspekte oder für das Gesamtverständnis bedeutende Gesichtspunkte werden durch Tafelanschrieb schrittweise hergeleitet und anschaulich erläutert. Dieses Vorgehen ermöglicht den Studenten eine übersichtliche und klar lesbare Darstellung der Inhalte und fördert das konzentrierte Zuhören und somit auch das Verständnis der Studenten, da diese nicht durch ein permanentes Mitschreiben des Tafelanschriebs abgelenkt werden. Teilweise werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung und zum besseren Verständnis der Sachverhalte verwendet. Filme zu Versuchen und Verfahren werden integriert. Berechnungsbeispiele werden auf Overheadfolien oder an der Tafel unter Einbeziehung der Studierenden durchgeführt.



**Medienform:**

- Powerpoint
- Tafel- oder Tablet-PC-Anschriebe
- Videos

**Literatur:**

Zu Beginn der Vorlesung wird eine Liste aktueller Literaturstellen vom Dozenten verteilt

**Modulverantwortliche(r):**

Detlef Heinz (heinz@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Anwendungsgerechte Optimierung mineralischer Baustoffe  
(2 SWS)

Detlef Heinz (Heinz@tum.de)

Liudvikas Urbonas (Urbonas@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU37019T2: Seminar Ökologisches Bauen | Seminar - Ecology in Building and Construction

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Eigenständige Bearbeitung einschlägiger Problemstellungen als Team in Form einer schriftlichen Ausarbeitung mit Präsentation der Ergebnisse vor den Kursteilnehmern. Die Ausarbeitungen werden allen Kursteilnehmern zur Verfügung gestellt. Der Leistungsnachweis erfolgt über die Ausarbeitung eines Berichtes (Seminararbeit) zu einem vorgegebenen Thema im Bereich des ökologischen Bauens mit Präsentation. Durch den Bericht wird überprüft, inwieweit die Studierenden in der Lage sind eigene Rechercheergebnisse und technische Zusammenhänge wissenschaftlich schriftlich darzustellen. Der Bericht soll ca. 20 Seiten umfassen und wird benotet.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Abgeschlossenes Bachelorstudium des Bau- und Umweltingenieurwesens (Architektur, Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen o.ä), der Ingenieur- oder Naturwissenschaften

#### Inhalt:

Aktuelle Problemstellungen des ökologischen Bauens, insbesondere Einführung in Nachhaltigkeit, Ökologie und Klimawandel mit Bezug zum Bauwesen; Lebenszyklus Baustoffe und Bauwerke; Inhaltliche und methodische Grundlagen von Ökobilanzen(Life Cycle Assessment).; Formen des Recyclings; Bewertung der Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen, Bauteilen und Konstruktionen.

Betrachtung der Prozesse und Abläufe von Ökobilanzierungen im Allgemeinen (Sachbilanz, Wirkungsbilanz, etc), Analyse der Ansätze der Ökobilanzierung im Bauwesen (Herstellung,

Konstruktion und Rückbau) mit Rückschlüssen zu nationalen und internationalen Bewertungsmethoden für nachhaltige Bauwerke.

**Lernergebnisse:**

Die Absolventen kennen die wesentlichen Umweltwirkungen und deren Bewertungskriterien von ausgewählten Baustoffen, Bauteilen und Konstruktionen über deren gesamten Lebenszyklus. Sie wissen wie Ökobilanzen als Bewertungsmethode aufgebaut sind, welche Daten erhoben werden müssen und wie sie als Ganzes oder Elemente daraus als Bewertungsinstrumente eingesetzt werden. Sie sind in der Lage, nationale und internationale Normung und Abläufe einer Ökobilanzierung im Bauwesen zu verstehen und können Ökobilanzierungswerkzeuge anwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lehrgespräche mit dem Dozenten zu Recherche-Techniken, Problemanalyse, Strukturierung der Ergebnisse und Bewertungskriterien. Hilfestellung des Dozenten bei der Vorbereitung und Ausarbeitung der schriftlichen Arbeit und des Vortrags. Hierbei werden die Schwerpunkte auf die Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten generell gelegt, sowie auf die Grundlagen zur Gestaltung einer schriftlichen Arbeit und der Präsentationstechnik. Dies erfolgt in Beratungen (Einzelgespräche), um gezielt auf die individuellen Fragestellungen jedes einzelnen Studierenden eingehen zu können. Durch den eigenständigen Vortrag und die Diskussion im Seminarkreis wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, das Präsentieren selbst einzuüben.

**Medienform:**

Powerpointpräsentationen von Folien (Inhalt: Bilder, Prinzipdarstellungen, Diagramme)

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Detlef Heinz

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Seminar Ökologisches Bauen (Seminar, 2 SWS)

Machner A, Heisig A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38010: Weitergehende Wasserbehandlung und Wasser Recycling | Advanced Water Treatment Engineering and Reuse

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen in Bereichen der weitergehenden Wasserreinigung und Wasserwiederverwendung verstanden wurde. Anhand praxisbezogener Problemstellungen müssen die Studierenden die Anwendung von Standortanalysen für die Wasserwiederverwendung sowie die im Zusammenhang stehenden Gefährdungspotentiale erklären und unter Berücksichtigung des technischen Regelwerks und der gesetzlichen Anforderungen die Entwicklung von Prozessoptimierungen fallspezifisch darstellen.

Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt. Für die Klausur sind neben einem nicht-programmierbaren Taschenrechner kleinere Hilfsmittel wie Handouts der Vorlesung sowie persönliche Mitschriften zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

#### Inhalt:

1. Einführung zur Wasserwiederverwendung und Meerwasserentsalzung

2. Gesetzliche und technische Anforderungen
3. Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung für nicht-Trinkwasserzwecke
4. Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung zu Trinkwasserzwecken
5. Weitergehende Wasseraufbereitungsverfahren:
  - a. Ozon und Advanced Oxidation Processes (AOPs)
  - b. Adsorption an Aktivkohle (PAC, GAC)
  - c. Hochdruckmembranverfahren (Nanofiltration, Umkehrosmose)
6. Risikobewertung
7. Meerwasserentsalzungsverfahren; gesetzliche Anforderungen

#### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, Anlagen zur weitergehenden Wasserbehandlung sowie zur Wasserwiederverwendung zu verstehen und bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit zu analysieren und zu bewerten. Die Standortanalyse unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten wird angewendet werden können, um Gefährdungspotentiale zu bewerten und auf Basis des technischen Regelwerks und gesetzlichen Anforderungen Prozessoptimierungen zu entwickeln.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Probleme und Lösungsfindung auf Basis der Erkenntnisse aus der Vorlesung werden durch freiwillige Übungen während der Vorlesung sowie in Moodle in der praktischen Anwendung geübt.

#### **Medienform:**

Powerpoint Präsentationen; Übungen während der Vorlesung und via Moodle

#### **Literatur:**

Asano et al. (2007), Water Reuse, John Wiley & Sons, New York.

Edzwald, J. (2011), Water Quality & Treatment , 6th edition, Chapter 16, Drewes & Khan, Drinking Water Augmentation. McGraw Hill, New York.

Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition by Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill; 4th edition 2003

National Research Council (2012). Water Reuse. The National Academies, Washington, D.C

World Health Organization (2017). Potable Water Reuse Guidelines, Geneva.

#### **Modulverantwortliche(r):**

Jörg Drewes (j.drewes@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38011: Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement | Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die schriftliche Prüfung (120 min) besteht aus allgemeinen Fragen sowie Berechnungen. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen zur Thematik verstanden wurden sowie die verschiedenen Regelwerke angewendet werden können. Mit den Berechnungsaufgaben wird geprüft, ob die Studierenden den Umgang mit Niederschlagsabflüssen richtig bewerten und Lösungskonzepte entwickeln können, um diese zu bewirtschaften. Es wird geprüft, ob die Studierenden Bau- und Sanierungsstrategien von Kanälen und ihrer Sonderbauwerke entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

In der Klausur darf die in der Vorlesung ausgegebene Formelsammlung sowie ein Taschenrechner verwendet werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul (BGU38016)

Siedlungswasserwirtschaft Projektkurs (BGU38020)

#### Inhalt:

Einführung in Kanalsysteme, rechtliche Grundlagen, Bemessung von Kanalnetzen, Bauwerke inkl. Sonderbauwerke der Kanalisation, Planung und Bau und Betrieb von Kanälen, Sanierungsarten

und -strategien, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, dezentrale- und zentrale Bewirtschaftung von Regenwasser, Planung, Bau und Betrieb von Regenwasserspeicherung, -versickerung, -behandlung und -nutzung.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Planung von Kanalnetzen zur Abwasserableitung sowie deren Betrieb zu bewerten. Dazu können sie einfache Kostenvergleiche anstellen.

Die Studierenden sind in der Lage, den ganzheitlichen Umgang mit Niederschlagswasser zu bewerten. Sie erlangen Kenntnis von Aufbereitungstechniken und Nutzungsmöglichkeiten. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Regenwasser sowohl qualitativ als auch quantitativ zu bewerten und Vorschläge zur Bewirtschaftung von Regenwasser zu entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage Bau-, Sanierungs- und Instandhaltungsstrategien für Kanäle und ihre Sonderbauwerke zu entwickeln und umzusetzen. Kosten der Kanalisation sowie von Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen werden verstanden und einfache Kostenvergleiche können entwickelt werden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die theoretischen Grundlagen werden im Rahmen von Vorlesungen mittels Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Zum Verständnis der Grundlagen werden während der Vorlesungen Übungen zur Berechnung in Anlehnung an die deutschen Regelwerke durchgeführt.

Im Rahmen des Moduls findet eine kleine Exkursion zu Stadtentwässerungsanlagen statt, um Vor-Ort-Erfahrungen bildlich darzustellen.

### **Medienform:**

Beamer, Powerpoint und Tafel, Exkursion

### **Literatur:**

DIN 1986-100: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, 2008

DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 2006

DWA –A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen, 2013

DWA-A 166: Bauwerke zur zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung, 2013

DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005

DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, 2007

DWA-M 158: Bauwerke der Kanalisation – Beispiele, 2006

DWA-M 159: Kriterien zur Materialauswahl für Abwasserleitungen und –kanäle, 2005

DWA A-105: Hinweise für die Wahl des Entwässerungsverfahrens (Mischverfahren/ Trennverfahren)

DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, 2012

### **Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Helmreich, Brigitte; b.helmreich@tum.de



**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38014: Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung | Water and Wastewater Treatment Engineering

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt schriftlich in einer 120-minütigen Klausur.

Durch theoretische Fragen beweisen die Studierenden, dass sie sich an die einzelnen Stufen zur Elimination von Abwasserinhaltsstoffen erinnern können sowie die Grundlagen der Wasserver- und -entsorgungssysteme kennen und Erfordernis und Machbarkeit der Abwasserbehandlung, besonders des kommunalen Abwassers verstehen können. Durch anwendungsorientierte Problemstellungen zeigen die Studierenden, dass sie das Ressourcenmanagement im Bereich der Abwasserbehandlung, die Leistungsfähigkeit dazugehöriger Systeme sowie Standortfaktoren für wassertechnische Anlagen analysieren können sowie unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten verschiedene konventionelle und weitergehende Techniken der Abwasserbehandlung kritisch bewerten können. Ferner zeigen sie, dass sie in begrenzter Zeit Problemstellungen analysieren können und daraus die erforderlichen Verfahrenstechniken zum Schutz der öffentlichen Gesundheit anwenden sowie durch das technische und gesetzliche Regelwerk Prozessoptimierungen und Lösungen zur kommunalen Abwasserbehandlung entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt. In der Klausur sind ausschließlich die Vorlesungsfolien sowie eigenen Notizen, beides in Papierform, als Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul (BGU38016)

Siedlungswasserwirtschaft Projektkurs (BGU38020)

**Inhalt:**

1. Wasservorkommen und Trinkwasserschutz; Charakterisierung von Rohwässern
2. Gesetzliche und technische Anforderungen
3. Anlagen zur Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Wasser
4. Struktur der Wasserversorgung und Organisation von Wasserversorgungsunternehmen
5. Betrieb und Instandhaltung von Wasserversorgungsanlagen
6. Charakterisierung von Abwässern, insbesondere Kommunalabwässer
7. Gesetzliche Anforderungen und definition von Einleitwerten
8. Abwasserbehandlungskonzepte/ Ressourcenwiederverwendung
9. Grundlagen der Biotechnologie und Mikrobielle Reaktionen
10. Biologische Reiniungsverfahren
  - a. Belebtschlammtechnologie (aerob/anaerob)
  - b. Sequencing Batch Reactor (SBR) Technologie
  - c. Biofilm Reaktoren
11. Abwasserdesinfektion (Chlor-basierend; UV)
12. Stabilisierung und Energierückgewinnung aus Klärschlamm

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Bestehen des Moduls in der Lage:

- Grundlagen der Wasserver- und -entsorgungssysteme zu kennen und ihre Prinzipien zu verstehen.
- die Leistungsfähigkeit dieser Systeme zu bewerten
- Standortfaktoren für wassertechnische Anlagen zu analysieren und unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten zu bewerten
- die erforderlichen Verfahrenstechniken zum Schutz der öffentlichen Gesundheit zu verstehen und anzuwenden
- Gefährdungspotentiale kritisch zu bewerten
- durch das technische Regelwerk und gesetzliche Anforderungen Prozessoptimierungen für die biologische Abwasserbehandlung zur Entfernung organischer Wasserinhaltsstoffe und Nährstoffe zu entwickeln
- das Erfordernis und Machbarkeit der Abwasserbehandlung, besonders des kommunalen Abwassers, zu verstehen
- Ressourcenmanagement im Bereich der Abwasserbehandlung zu analysieren und
- Lösungen zur kommunalen Abwasserbehandlung zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierten Übungen. In der Vorlesung werden anhand von Präsentationen die technischen und rechtlichen Anforderungen an die Wasser- und Wasseraufbereitung sowie die theoretischen Grundlagen von physikalischen, chemischen und

biologischen Aufbereitungsverfahren vermittelt. Ferner werden gesamtheitliche Konzepte zur Wasser- und Abwasserbehandlung vorgestellt. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Vorlesung werden in integrierten Übungen Probleme von den Studierenden einzeln oder in Kleingruppen gelöst und anschließend im Klassenverband diskutiert. Darüber hinaus kann der behandelte Stoff in den freiwilligen Übungen, die auf Moodle bereitgestellt werden, für die Verfahren zur Wasser und Abwasserbehandlung problemlösungsorientiert bearbeitet werden.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen; Übungen während der Vorlesung und via Moodle

**Literatur:**

Crittenden et al. (2012), Water Treatment Principles and Design , 3rd edition, John Wiley & Sons, New York, 2012

Edzwald, J. (2011), Water Quality & Treatment , 6th edition, McGraw Hill, New York, 2011

McGraw-Hill; 4th edition (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse

Fourth Edition by Metcalf & Eddy, Inc.

Gujer, Willi (2007). Siedlungswasserwirtschaft. Springer, 3., bearb. Aufl.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Jörg Drewes (jdrewes@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Water and Wastewater Treatment Engineering (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Drewes J [L], Drewes J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38019: Anaerobtechnik und Energierückgewinnung | Anaerobic Processes and Energy Recovery

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen im Bereich der Energierückgewinnung aus urbanen Reststoffströmen verstanden wurde und unterschiedliche Verfahrensansätze vergleichend angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Im theoretischen Teil müssen Verständnisfragen zu grundlegenden Zusammenhängen beantwortet werden. Im Rechenteil müssen, basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, unterschiedlichste Fragestellungen analysiert und berechnet werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt. Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

#### Inhalt:

- Grundlagen des anaeroben Abbaus

- Co-Vergärung
- Power-to-Gas
- Klärschlammbehandlung
  - o Landwirtschaftliche und thermische Verwertung
  - o Phosphorrückgewinnung

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- sich an die grundlegenden Verfahrenskonzepte zu erinnern,
- die jeweiligen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verfahren für die konkrete Anwendung zu analysieren und vergleichend zu bewerten,
- sowie einfache Ansätze zur Berechnung und Dimensionierung derer zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Inhalte der Vorlesung werden anhand praxisnaher Beispiel vermittelt. Mittels Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. In der in die Vorlesung integrierten Übung wenden die Anwesenden das Gelernte auf ähnliche Aufgaben an und verinnerlichen dabei die Herangehensweise. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

### **Medienform:**

Beamer, Tafel, empfohlene Literatur

### **Literatur:**

Appels, L., Baeyens, J., Degreè, J., Dewil, R., 2008. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. Prog. Energy Combust. Sci. 34, 755–781.

Chen, Y., Cheng, J.J., Creamer, K.S., 2008. Inhibition of anaerobic digestion process: A review. Bioresour. Technol. 99, 4044–4064.

Kelessidis, A., Stasinakis, A.S., 2012. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. Waste Manag. 32, 1186–1195.

Roskosch, A., Otto, S., 2014. Technical Guide on the Treatment and Recycling Techniques for Sludge from Municipal Wastewater Treatment with references to Best Available Techniques (BAT). Fed. Environ. Agency Ger.

Wiechmann, B., Dienemann, C., Kabbe, C., Brandt, S., Vogel, I., Roskosch, A., 2013. Sewage sludge management in Germany. Umweltbundesamt, Bonn.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Konrad Koch, k.koch@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38021: Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung | Industrial Wastewater Treatment and Reuse

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen im Bereich der industriellen Abwasserreinigung, Wasserrückgewinnung und -wiederverwertung sowie integrierten Umweltschutzmaßnahmen in industriellen Betrieben verstanden wurde und unterschiedliche Verfahrensansätze vergleichend angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, teils kurze Rechenaufgaben.

Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Teilnahme an Vorlesung "Siedlungswasser- Grundmodul" (BGU38016) und „Water and Wastewater Treatment Engineering“ (BGU38014).

Grundvoraussetzung ist Kenntnis der Grundlagen in der Abwasserreinigung

**Inhalt:**

Inhalt der Vorlesung sind die Definition von Abwasserströmen und Komplexität der Abwässer verschiedenster Industriebetriebe mit überwiegend organischen oder anorganischen Inhaltsstoffen. Gesetzliche Regelungen, prozess- und produktionsintegrierter Umweltschutz, End-of-pipe Technologie gehören ebenso zum Inhalt der Vorlesung wie mechanische, chemische und physikalische Behandlungsverfahren, aerobe und anaerobe biologische Abwasserreinigung (Spezialverfahren). Anhand von Beispielen aus verschiedenen Industriebetrieben werden sowohl integrierte Umweltschutzmaßnahmen, Abwasserreinigung wie auch Abwasserwiederverwertung erläutert.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, Gesetzliche Regelungen der Industrieabwasserbehandlung in Deutschland zu kennen und anzuwenden, Möglichkeiten von integrierten Umweltschutzmaßnahmen sowie Abwasserreinigungsverfahren in der Industrie zu bewerten. Besonderheiten industrieller Abwässer im Vergleich zu häuslichem Abwasser sind dabei zu berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage Vorschläge mit dem Umgang industrieller Abwässer zu machen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Mittels Beispielen aus Industriebetrieben und Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. Anhand der in Moodle bereit gestellten Vorlesungsunterlagen kann das Gelernte wiederholt und verinnerlicht werden. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

**Medienform:**

Beamer, Tafel, Vorlesungsfolien

**Literatur:**

Vorlesungsfolien als pdf in moodle

**Modulverantwortliche(r):**

Helmreich, Brigitte

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Helmreich, Brigitte

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU38023: Natürliche Aufbereitungsverfahren | Engineered Natural Treatment Systems

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird im Rahmen einer 60 minütigen Klausur erbracht. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen und Mechanismen verschiedener natürlicher Aufbereitungsverfahren verstanden wurden und einfache Anlagen anhand bestehender Regelungen geplant und ausgelegt werden können. Die Antworten erfordern überwiegend eigene Formulierungen, wobei auch Fragen zum Ankreuzen von vorgegebenen Einfach- oder Mehrfachantworten und Rechenaufgaben gestellt werden. Neben einem nicht programmierbaren Taschenrechner sind keine weiteren Hilfsmittel zugelassen. Notwendige Unterlagen werden während der Klausur zur Verfügung gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering

#### Inhalt:

In diesem Modul sollen Prozesse und Anwendungen natürlicher Aufbereitungsverfahren vermittelt werden. Wesentliche abiotische Eliminationsprozesse und mikrobielle Umsetzungsprozesse in natürlichen Verfahren werden zunächst allgemein diskutiert und anschließend bezogen auf die konkreten Anwendungen von Horizontal- und Vertikalfiltern in Pflanzenkläranlagen, der Uferfiltration und verschiedene Anwendungen der Grundwasseranreicherung besprochen. Das Modul umfasst zusätzlich ingenieurtechnische Aspekte der Planung und des Betriebs von natürlichen Aufbereitungsverfahren sowie Inhalte aus der aktuellen Forschung zur Optimierung

natürlicher Aufbereitungsverfahren und zu deren Kombination mit anderen Verfahren im Rahmen einer Wasserwiederverwendung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die wesentlichen Mechanismen und Einflussgrößen zur Entfernung von Wasserinhaltsstoffen in natürlichen Verfahren zu beschreiben
- Mikrobielle Prozesse und deren Dynamik in natürlichen Aufbereitungsverfahren zu erklären
- Basierend auf vorhandenen Auslegungsgrößen ein Design für eine dezentrale Pflanzenkläranlage auszuwählen
- Die wesentlichen Methoden und Einsatzbereiche der Uferfiltration und der künstlichen Grundwasseranreicherung zu charakterisieren und deren Potential zur Gestaltung einer zukünftigen Wasserwirtschaft zu diskutieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Modulveranstaltung wird in Form eines Seminars angeboten, in dem die Inhalte in Form einer Vorlesung mit Diskussion vermittelt werden. Darüber hinaus werden gezielt Inhalte von den Studierenden in Gruppenarbeit erarbeitet. Zusätzliche Exkursionen dienen der Vertiefung und Diskussion der gelernten Inhalte.

**Medienform:**

Präsentationen, Gruppenarbeit

**Literatur:**

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Modulverantwortliche(r):**

Hübner, Uwe (u.huebner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Natürliche Aufbereitungsverfahren (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Hübner U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38024: Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik | Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen in Bereichen weitergehende Wasserreinigung und Anaerobtechnik, Wasserwiederverwendung und Energierückgewinnung aus urbanen Reststoffströmen verstanden wurde und für die korrekte Anwendung der unterschiedlichen Verfahrensansätze (u.a. Verfahrenskonzepte zur Anaerobtechnik und Energierückgewinnung) vergleichend analysiert und bewertet werden können. Anhand praxisbezogener Problemstellungen können sie die Anwendung von Standortanalysen für die Wasserwiederverwendung sowie die im Zusammenhang stehenden Gefährdungspotentiale erklären und unter Berücksichtigung des technischen Regelwerks und der gesetzlichen Anforderungen die Entwicklung von Prozessoptimierungen fallspezifisch darstellen.

Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

Für die Klausur sind bis auf einen nichtprogrammierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Water and Wastewater Treatment Engineering

### **Inhalt:**

- Einführung, Gesetzliche und technische Anforderungen zur Wasserwiederverwendung und Meerwasserentsalzung
- Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung für nicht-Trinkwasserzwecke
- Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung zu Trinkwasserzwecken
- Weitergehende Wasseraufbereitungsverfahren: Ozon und Advanced Oxidation Processes (AOPs), Adsorption an Aktivkohle (PAC, GAC), Hochdruckmembranverfahren (Nanofiltration, Umkehrosmose)
- Risikobewertung
- Grundlagen des anaeroben Abbaus
- Modellierung anaerober Abbauprozesse
- Klärschlammbehandlung (Einführung, Landwirtschaftliche und thermische Verwertung, Phosphorrückgewinnung)
- Substratvorbehandlung zum verbesserten anaeroben Abbau
- Co-Vergärung
- Deammonifikation und CANDO
- Power-to-Gas

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, Anlagen zur Wasserwiederverwendung zu verstehen und bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit zu analysieren und zu bewerten. Zudem sind sie in der Lage, die Standortanalyse unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten anzuwenden, um Gefährdungspotentiale zu bewerten und auf Basis des technischen Regelwerks und gesetzlichen Anforderungen Prozessoptimierungen zu entwickeln.

Darüber hinaus sind die Studierenden nach der erfolgreichen Teilnahme in der Lage, sich an die grundlegenden Verfahrenskonzepte zur Anaerobtechnik und Energierückgewinnung zu erinnern, passende Verfahren für unterschiedlichen Fragestellungen auszuwählen und anzuwenden, die jeweiligen Vor und Nachteile der unterschiedlichen Verfahren für die konkrete Anwendung zu analysieren und vergleichend zu bewerten sowie einfache Ansätze zur Berechnung und Dimensionierung derer zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen. Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Präsentationen in den Vorlesungen vermittelt. Mittels Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze für die korrekte Anwendung der erlernten Verfahrensansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. In der anschließenden Übung wenden die Studierenden das Gelernte auf weitergehende Aufgaben

an. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen, Tafel, Übungen in Moodle

**Literatur:**

Wird über Moodle bereitgestellt

**Modulverantwortliche(r):**

Jörg Drewes (j.drewes@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38025: Planung und Betrieb von Kläranlagen | Design and Operation of Wastewater Treatment Plants

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen, Werkzeuge und Normen für die Planung und den Bau von kommunalen Kläranlagen verstanden wurden, komprimiert wiedergegeben und angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und angewandt werden. Neben den Normen zur Anlagendimensionierung werden auch die Planungsabläufe und die Regeln zur grundlegenden Anlagengestaltung abgefragt

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten.

In der Klausur sind Hilfsmittel in Papierform zugelassen. Nicht zugelassen sind elektronische Hilfsmittel (außer Taschenrechner) und der Zugang zu Netzen (Internet).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Siedlungswasserwirtschaft (BGU38016)

Projektkurs Siedlungswasserwirtschaft (BGU38020)

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

**Inhalt:**

- Grundlegende Verfahren der Abwasserreinigung, Vorgehen bei der Planung (Leistungsphasen), Ausschreibungs- und Betriebsarten
- Konzeptionierung, Dimensionierung, Entwurf, Positionierung und Lage von Anlagen, Grundlagen des Baus, Elemente einer Kläranlage,
- Ergänzende Elemente, Nebenbetriebsanlagen, Analytik und Überwachung
- Exkursion Kläranlage
- Anlagenoptimierung, Anlagensanierung, Besondere Fragestellungen

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der Veranstaltung in der Lage, Kläranlagen zu konzipieren und auszulegen. Sie können die grundlegenden Methoden der Abwasserreinigung beschreiben und sind in der Lage, Konzeption und Planung einer Kläranlage analog der Vorgehensweise nach den Leistungsphasen 1 bis 9 der HOAI zu entwickeln. Neben den Anlagenteilen zur eigentlichen Abwasserreinigung (Reinigungsstufen) sind die Studierenden auch in der Lage, die erforderlichen Nebenbetriebe einer Kläranlage zu benennen und einzuordnen. Weiterhin werden die Studierenden die technischen Regelwerke und gesetzlichen Anforderungen kennen und basierend auf diesen bestehende Anlagen optimieren können.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung findet im Rahmen einer Vorlesung statt. Durch den Besuch einer bestehenden Anlage werden das Erlernte und der praktische Betrieb einer Anlage darüber hinaus weiter veranschaulicht.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen; Übungen während der Vorlesung und via Moodle

**Literatur:**

Bundesrepublik Deutschland (2013): Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Berlin

DIN Normenausschuss Bauwesen (2016): DIN 18205 Bedarfsplanung im Bauwesen. Berlin

DWA (2016): DWA-A 131 Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Arbeitsblatt. Hennef

**Modulverantwortliche(r):**

Hübner, Uwe (u.huebner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Planung und Betrieb von Kläranlagen (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Böhm B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38028: Prozesssimulation und Design von Kläranlagen | Water Resource Recovery Process Simulation and Design

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>67 | <b>Präsenzstunden:</b><br>23         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Erreichung der Lernergebnisse des Kurses wird durch zwei freiwillige Mid-terms und eine benotete Projektarbeit geprüft.

Für das Projekt werden die Studierenden mit der dynamischen Simulationssoftware BioWin ein Modell eines realen Abwasserbehandlungssystems entwickeln und verschiedene Optionen für eine wesentliche Aufrüstung der Anlage zum Erreichen neuer Einleitungsziele auswerten. Die Fähigkeiten der Studierenden, die die Theorie der Abwasserbehandlung aus den Vorlesungen in der Entwicklung von Behandlungssystemmodellen anzuwenden, Simulationen durchzuführen, Simulationsergebnisse in grafischer und tabellarischer Form zu analysieren und zu präsentieren und die Konstruktionsentwürfe zu formulieren, wird getestet. Im finalen Projekt wird auch die Fähigkeit der Studierenden geprüft, die Rolle der wichtigsten Prozesse zur Rückgewinnung von Ressourcen bei der Erreichung von Behandlungszielen zu erklären sowie die Designansätze und die operativen Kontrollparameter für diese Prozesse zu beschreiben.

Der erste freiwillige Zwischenprüfung wird auch die Fähigkeiten der Studierenden beurteilen, Abwasserbehandlungsprozesse mit BioWin zu modellieren. Allerdings wird die Modellierungsaufgabe weiter eingeschränkt als für das abschließende Projekt, und der Schwerpunkt liegt auf der Beurteilung der Fortschritte der Studierenden bei der Beherrschung der BioWin-Plattform. Die Fertigstellung der Modellentwicklung und Simulationen sowie die Vorbereitung des schriftlichen Berichts sollen 8 bis 10 Stunden dauern.

Für die zweite freiwillige Aufgabe werden die Studierenden einzeln oder paarweise arbeiten, um ein Modellierungs-Tutorial zu entwickeln. Die Studierenden präsentieren Hintergrundinformationen über das Modell, das gelehrt wird, und die modellierte Abwasserbehandlung und führen ihre Kommilitonen durch die Fertigstellung des Tutorials. Der erfolgreiche Abschluss der freiwilligen Zwischenprüfungen führt zu einer Verbesserung von 0,3 in der Modulgesamtnote.



## **Wiederholungsmöglichkeit:**

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Water and Wastewater Treatment Engineering

### **Inhalt:**

Dieser Kurs verknüpft die Theorie der Abwasserbehandlung aus dem Modul Water and Wastewater Treatment Engineering mit der ingenieurtechnischen Praxis zu Design und Simulation von Prozessen in Kläranlagen. Wesentliche Konzepte im Zusammenhang mit der Planung und dem Betrieb von entscheidender Prozesse (einschließlich Belebungsstufe, Nitrifikation, biologische Nährstoffentfernung, Rieselfilter, anaerobe Behandlung und Verfahren der Schwebstoffabtrennung) werden behandelt. Darüber hinaus wird der Kurs den Studierenden das dynamische Modellierungs-Softwarepaket (BioWin) vorstellen. Die Studierenden lernen die Anwendung ingenieurtechnischer Ansätze zur Modellierung von Kläranlagen und zur Simulation deren Leistung mit Hilfe der Software BioWin.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Auf Basis von Behandlungs- und Rückgewinnungszielen angepasste Fließschemata für Kläranlagen zu entwickeln und die Rolle der verschiedenen Behandlungsstufen zu erklären,
- Die wesentlichen Ansätze und Steuerungsparameter für die Auslegung von Behandlungs- und Rückgewinnungsprozessen zu beschreiben,
- Mit Hilfe der dynamischen Simulationssoftware BioWin Modelle von Kläranlagen zu erstellen und stationäre und dynamische Simulationen der Leistung bei konstantem und variable Zulaufbedingungen durchzuführen,
- Datentabellen und Abbildungen mit BioWin zu erstellen und Modellentwicklung in BioWin in Form eines Berichts zu beschreiben,
- Simulationsergebnisse zu bewerten und darauf basierend Empfehlungen für eine ingenieurtechnische Auslegung zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen und aktive Übungen zur Problemlösung werden kombiniert, um die Prinzipien der wichtigsten Behandlungsverfahren zu vermitteln, damit sichergestellt wird, dass alle Studierenden den notwendigen Hintergrund haben, um sinnvolle Modelle zu erstellen und nützliche Simulationen durchzuführen. Hands-on Tutorials werden verwendet, um den Studierenden zu zeigen, wie Modelle von Abwasserbehandlungssystemen aufbaut und Simulationen mit der von vielen Ingenieurbüro verwendeten Software BioWin durchgeführt werden können. Die Studierenden werden auch einzeln oder zu zweit daran arbeiten, neue Tutorials für zusätzliche Modellfunktionen zu entwickeln. Die Studierenden werden Aufgaben zur Abwasserbehandlung und zum Design von Anlagen ausarbeiten und ein eigenes Projekt entwickeln, um Fähigkeiten der Modellierung und kreative Problemlösungskompetenz zu fördern.

**Medienform:**

Modellierung und Tutorials am PC

**Literatur:**

Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Fifth Edition, Metcalf and Eddy, Inc. (M&E) by G. Tchobanoglous, F. L. Burton, and H. D. Stensel, ISBN-13: 978-0-07-340118-8

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Jennifer Becker

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU38030: Statistisch-stochastische Prognosen des baulich-betrieblichen Zustands von Entwässerungssystemen | Statistical-Stochastic Forecasts of the Structural and Operational Status of Drainage Systems**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus allgemeinen Fragen zum grundlegenden Verständnis.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen im Bereich der Erstellung von Zustandsprognosen für Wasser- und Entwässerungssysteme verstanden wurde und ihre kritischen Zustände erkannt werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfachantworten.

Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundvoraussetzung ist Kenntnis der Grundlagen der Bewirtschaftung von Kanalnetzen, z.B. über Teilnahme an der Vorlesung "Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement" (BGU38011)

**Inhalt:**

Inhalt der Vorlesung sind die Hintergründe zu Netzbetrieb und Sanierungsentscheidung, die Grundlagen statistisch-stochastischer Prognosen, die Untersuchungsmethodik für Zustandsprognosen, die Durchführung von Kontrollen und Beurteilung vom baulich-betrieblichen Kanalzustand, die Codiersysteme für optische Inspektionen von Entwässerungssystemen, der kritische Zustand des Entwässerungssystems. Der kritische Zustand wird anhand eines Beispiels mit einem statistischen Modell nach der zwei-parametrischen Weibull-Verteilung sowie mittels stochastischer Modellierung nach der Monte-Carlo-Methode modelliert. Nach Analyse der Testergebnisse werden Planungsvorschläge für Kanalsanierungsmaßnahmen abgeleitet und eine Kanalzustandsprognose nach Markov erstellt.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme in der Lage, den kritischen Zustand von Wasser- und Entwässerungssystemen zu bestimmen und zu beurteilen. Aus den Ergebnissen können sie Sanierungsmaßnahmen ableiten und Planungsvorschläge unterbreiten. Sie können Kanalzustandsprognosen erstellen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Grundlagen sowie statistische-stochastische Methoden werden vorgestellt und anhand von Beispielen erarbeitet. Anhand der in Moodle bereit gestellten Vorlesungsunterlagen kann das Gelernte wiederholt und verinnerlicht werden.

**Medienform:**

Beamer, Tafel, Vorlesungsfolien in Moodle

**Literatur:**

Vorlesungsfolien und zusätzliche Fachpublikationen werden als pdf in Moodle bereitgestellt.

- Müller-Gronbach T., Novak E., Ritter K.: Monte Carlo – Algorithmen, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2012.
- Porth M.: Wasser, Energie und Umwelt, Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I, Springer-Vieweg, 2017.
- Raganowicz A.: Nutzen statistisch-stochastischer Modelle in der Kanalzustandsprognose, Springer-Vieweg, 2017.
- Stein D., Instandhaltung von Kanalisationen, diverse Auflagen, Ernst & Sohn, Berlin 1999.

**Modulverantwortliche(r):**

Uwe Hübner

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Statistisch-stochastische Prognosen des baulich-betrieblichen Zustands von Entwässerungssystemen (Vorlesung, 2 SWS)  
Hübner U [L], Raganowicz A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38031: Sanitäre Versorgung im globalen Süden | Sanitation in the Global South

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer Projektarbeit (60%) und einer damit verbundenen Abschlusspräsentation (40%).

Im Rahmen der Projektarbeit werden die Studierenden anhand eines Abschlussberichtes zu einer Fallstudie, einer Kleinstadt in Nordindien, die im Unterricht vermittelten Inhalte anwenden und ihre Ergebnisse kritisch bewerten. Die Inhalte umfassen das Verständnis zu (i) der Notwendigkeit sanitärer Versorgung (basierend auf gesundheitlichen Aspekten und den Sustainable Development Goals), (ii) Analyse- und Planungsmethoden zu sanitären Projekten (unter Einbeziehung der Stakeholder und Planungskonzepten wie z.B. CLUES und CLTS), (iii) Sanitärsystem-Designs und (iv) Methoden zu Management und Finanzierung (unter Berücksichtigung von klassischen als auch innovativen Finanzierungsmethoden). Durch eine Abschlusspräsentation des Projektes zeigen die Studierenden, dass sie ihre Ergebnisse vor einem Fachpublikum strukturiert und verständlich darstellen können.

Die Note für den Abschlussbericht und die Präsentation setzt sich aus den individuellen Beiträgen der jeweiligen Teammitglieder (4 Studierende je Team) zusammen. Hierbei wird besonderes Augenmerk auf die logische Strukturierung, die Darstellung der Ergebnisse und die Anwendbarkeit des Entwurfs auf den Fallstudienbereich gelegt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Natürliche Aufbereitungsverfahren
- Water and Wastewater Treatment Engineering

- Wastewater Treatment

#### **Inhalt:**

- Identifizierung der negativen Auswirkungen unzureichender sanitärer Versorgung / Darlegung der Notwendigkeit guter sanitärer Versorgung
- Identifizierung aller relevanter Akteure (Stakeholder-Analyse) und Präsentation adäquater Methoden / Anreize für Verhaltensänderungen
- Entwicklung eines ganzheitlichen ingenieurtechnischen Sanitärsystems
- Anwendung von Planungsstrategien, wie z.B. CLUES ("community led urban environment sanitation") und CLTS ("community led total sanitation")
- Vorstellung von Konzepten zur Finanzierung von sanitären Projekten
- Untersuchung und Anwendung von Analyse- und Planungsmethoden für sanitäre Projekte

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage;

- die Folgen unzureichender sanitärer Einrichtungen, die Komplexität und die sanitären Herausforderungen in verschiedenen Siedlungen (städtisch / Vororte - Slums / ländlich) zu beschreiben
- „Sustainable Development Goals“ (SDGs) und den Status quo der internationalen Zusammenarbeit im globalen Kontext zu nennen
- Die Stakeholder, die an einer erfolgreichen Sanitärplanung beteiligt sind, zu identifizieren und verschiedene Anreize für Verhaltensänderungen zu skizzieren
- Die Unterschiede zwischen Planungskonzepten z.B. CLUES und CLTS zu identifizieren und diese Ansätze auf die Fallstudien anzuwenden
- Die Sanitäranalyse- sowie andere Planungsmethoden auf die Fallstudien anzuwenden und ein ingenieurtechnisches Sanitärsystem für eine Fallstudie zu entwerfen
- Sowohl klassische als auch innovative Methoden zur Finanzierung von Sanitärprojekten zu beschreiben

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Dieses Seminar ist als eigenständiges Wahlfach konzipiert. Während der Vorlesungen werden die Studierenden über soziale, technologische und managementbezogene Aspekte erfolgreicher sanitärer Projekte im globalen Süden informiert. Zusätzlich werden externe Dozenten mit Berufserfahrung im Bereich der internationalen Zusammenarbeit für Vorträge eingeladen. Die Studierenden werden zusätzlich Lernmaterialien und Literatur zur Vertiefung ihres Wissens erhalten. Außerdem erhalten die Studierenden Informationen und Daten zu Fallstudien, welche für die Projektarbeit benötigt werden. Die Projekte zu den jeweiligen Fallstudien werden im Teamwork von jeweils vier Studierenden selbständig bearbeitet. Die Studierenden haben die Möglichkeit, Fragen oder Vorgehensweisen mit dem Projektteam während der Tutorials vor der endgültigen Einreichung des Projekts zu besprechen. Die Ergebnisse aus dem Endbericht und der Präsentation werden abschließend mit dem Projektteam diskutiert.

#### **Medienform:**

PPT Präsentationen

**Literatur:**

Gensch, R.; Jennings, A.; Renggli, S.; Reymond, P. Compendium of Sanitation Technologies in Emergencies; 2018.

United Nations Children Fund; World Health Organisation. Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene; 2017.

Lüthi, C.; Morel, A.; Tilley, E.; Ulrich, L. Community-Led Urban Environmental Sanitation Planning (CLUES); Eawag-Sandec, WSSCC, UN-HABITAT, 2011.

Tilley, E.; Ulrich, L.; Lüthi, C.; Reymond, P.; Zurbrügg, C. Compendium of Sanitation Systems and Technologies; 2008.

**Modulverantwortliche(r):**

Uwe Hübner u.huebner@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sanitäre Versorgung im globalen Süden (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Al-Azzawi M, Bein E, Feickert Fenske C, Lippert T, Muntau M, Sierra Olea M, Sperle P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU38033: Urban Water-Energy-Food Nexus Planung | Planning the Urban Water-Energy-Food Nexus

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Projektarbeit erbracht. Die Projektarbeit wird in kleinen Gruppen von Studierenden durchgeführt, wobei für jedes Gruppenmitglied ein individueller thematischer Schwerpunkt definiert wird. Ziel der Projektarbeit ist der Nachweis, dass die Grundlagen verschiedener technischer und nicht-technischer Komponenten eines integrierten städtebaulichen Ansatzes verstanden wurden und damit einfache städteplanerische Konzepte und Projekte entwickelt werden können. Die intensive Auseinandersetzung mit der Materie, die durch den Projektcharakter erforderlich ist, beweisen die Studierenden ein vertieftes Verständnis dieser Komponenten und die Fähigkeit, diese innovativ kombinieren zu können. Dieses Verständnis wird anhand von städteplanerischen, geografischen Informationssystems-, rechnerischen und modellierungs-Methoden nachgewiesen. Durch die Präsentation der Projektarbeit mit einer anschließenden kurzen Diskussion, zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit, ihre entwickelten Konzepte, Ansätze und Methoden einem fachkundigen Publikum zu präsentieren und zu erklären.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering (BGU38014)

#### Inhalt:

In diesem Modul sollen Konzepte, Ansätze und Methoden für die integrierte Stadtplanung vermittelt werden. „Good Practice“ Beispiele werden zunächst allgemein diskutiert und anschließend bezogen auf die konkreten Anwendungen in einer Case Study Stadt besprochen.

Das Modul umfasst zusätzlich die Konzepte und Hintergründe zu den Themen Verstädterung, Globalisierung, Klimawandel, Umweltherausforderungen, Nachhaltigkeitsziele wie UN Sustainable Development Goals (SDGs) sowie Inhalte aus der aktuellen Forschung zur Wasserwiederverwendung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die kontextuellen Herausforderungen und bestehende Konzepte, Ansätze und Methoden zu kennen und zu beschreiben
- Internationale Entwicklungsdynamiken des natürlichen Ressourcenkonsums zu verstehen und zu erklären
- Technische und nicht-technische Komponenten eines integrierten städtebaulichen Ansatzes auszuwählen und gegenüberzustellen
- Technische und nicht-technische Komponenten eines integrierten städtebaulichen Ansatzes situationsspezifisch zu beurteilen
- Innovative Konzepte und Kombinationen dieser Komponenten zu entwickeln

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Modulveranstaltung wird in Form einer Vorlesung mit Seminar Anteil angeboten. Die Inhalte werden in Form einer Vorlesung mit integrierter Diskussion vermittelt werden. Darüber hinaus werden gezielt Inhalte von den Studierenden in Gruppenarbeit erarbeitet. Zusätzliche Exkursionen dienen der Vertiefung und Diskussion der gelernten Inhalte.

**Medienform:**

Präsentationen, Gruppenarbeit

**Literatur:**

Hoff, H. (2011). Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm, pp. 52.  
Gondhalekar, D. and T. Ramsauer (2017). Nexus City: operationalizing the urban Water-Energy-Food Nexus for climate change adaptation in Munich, Germany. Urban Climate 19: 28–40, DOI: 10.1016/j.uclim.2016.11.004 [OA]

**Modulverantwortliche(r):**

Daphne Keilmann-Gondhalekar

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU40035: Umwelt- und Landnutzungsplanung | Environment and Land Use Planning

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird in einer schriftlichen Prüfung in Form einer Klausur erbracht. Ohne Hilfsmittel sollen die Studierenden Instrumente und Planungsprozesse der Umweltplanung wiedergeben und in eigenen Formulierungen die komplexen Zusammenhänge zwischen Umweltplanung und Bodenpolitik beim nachhaltigen Umgang mit Grund und Boden erläutern. Instrumente und Prozesse sollen in Fragen zu nationalen und internationalen Beispielfällen angewandt und auf ihre Wirksamkeit hin bewertet werden können. Die Studierenden sollen in eigenen Formulierungen Hintergründe, Aufgaben und Ziele nachhaltiger Landnutzungsplanung wiedergeben und die komplexen ökonomischen, ökologischen und eigentumsrechtlichen Zusammenhänge bei der Planung und Gestaltung von Landnutzung erläutern können. Beide Teilleistungen gehen zu gleichen Teilen in die Gesamtnote ein.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

- Modul Räumliche Planung und Verwaltungsrecht BGU 40032
- Modul Landmanagement für Geographen BGU 40033
- Modul Bodenordnung und Grundstückswertermittlung BGU 40034
- Modul Kommunal und Landentwicklung BV 400006

**Inhalt:**

Umweltplanung und Bodenpolitik

A) Grundlagen, internationale Zusammenhänge

- Begriffsdefinitionen
- Government und Governance
- Situation and challenges of land tenure and land policy in developing countries
- Sustainable Development Goals und der Aspekt Boden

B) Umweltplanung und Bodenpolitik in der Praxis in Deutschland

- strukturschwache Regionen, Integriertes Ländliches Entwicklungskonzept (ILE), Gemeindeentwicklung
- Stadtumbau, Soziale Stadt, Kompakt Urban Grün
- Verringerung des Flächenverbrauchs
- Konzepte zur Mehrfachnutzung von Land
- Erneuerbare Energien im ländlichen Raum – Chancen und Risiken
- Hochwasserschutz

Landnutzungsplanung:

- Landschaften in Mitteleuropa und die Art und Weise ihrer Nutzung
- nachhaltige Formen der Landnutzung und langfristige Sicherung der Ökosystemdienstleistungen von Landschaft
- Hintergründe, Aufgaben und Leitgedanken der Landnutzungsplanung in folgenden Kapiteln:
  1. Landschaftsplanung oder Landnutzungsplanung?
  2. Geschichte der Landnutzung in Mitteleuropa und ihre ökologische Auswirkungen
  3. Ökologische Grundlagen der Landnutzungsplanung
  4. Bausteine der Landnutzungsplanung
    - a. Stoff- und Energiestrommanagement
    - b. Projektentwicklung und Kommunikationsmanagement
    - c. Ökonomische Strategien
  5. Landnutzung mit unternehmerischen Menschen gestalten

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung kennen die Studierenden Instrumente und Prozesse der Umweltplanung und deren unterschiedliche nationale und internationale Einsatzfelder. Sie verstehen die aktuellen weltweiten Herausforderungen im Umgang mit Grund und Boden, erfassen den Zusammenhang zwischen Bodenpolitik und Umweltplanung und sind in der Lage, die Vor- und Nachteile bestimmter Planungsmethoden zu bewerten.

Sie kennen die ökonomischen und ökologischen Anforderungen an die Landnutzungsplanung, deren Aufgaben und Leitgedanken. Sie begreifen die Bedeutung nachhaltiger Formen der

Landnutzung auf dem Hintergrund von Klimawandel, Flächenverbrauch, Sicherung der weltweiten Ernährung und Erzeugung von Energie und können die komplexen Zusammenhänge auch auf dem Hintergrund der Eigentumsstrukturen diskutieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lehrformat: Vorlesung

Methoden: interaktiver Vortrag mit Präsentation zur Vermittlung von Wissen. Die Lehrmethoden sind auf die Lernaktivitäten Materialrecherche, Studium von Literatur und Auswendiglernen ausgerichtet.

Gastdozenten vermitteln den Studierenden Einblick in die praktischen Einsatzfelder und Spezialwissen über die Wirksamkeit der Instrumente.

**Medienform:**

- Power Point Präsentation
- Vorlesungsskript

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Florian Siegert, [florian.siegert@tum.de](mailto:florian.siegert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Landnutzungsplanung (Vorlesung, 2 SWS)

de Vries W [L], Henger E

Umweltplanung und Bodenpolitik (Vorlesung, 2 SWS)

de Vries W [L], Jacobsen C ( Hölzel M )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU41020: Fluidmechanik und Transportmechanismen | Fluid Mechanics and Transport Mechanisms

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer Klausur (120 min.) geprüft. Hierbei weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, Rechenaufgaben zu bearbeiten, deren Lösung die Anwendung der klassischen Beziehungen der Fluidmechanik erfordert. Hierzu gehören z.B. Anwendungen der Navier-Stokes-Gleichungen, des Impulssatzes oder des Wandgesetzes für turbulente Grenzschichten.

Im Weiteren weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, anhand von gegebenen physikalischen bzw. fluidmechanischen Systemen, ein System von Ähnlichkeitskennzahlen sowie die bestimmenden Zeitkonstanten zu bestimmen, Transportphänomene in turbulenten Strömungen zu charakterisieren, Randbedingungen für Impuls- und Massentransport anzuwenden, Schadstoffverteilungen in unterschiedlichen Emissions- und Transportszenarien Ingenieurmäßig zu bestimmen und Ausbreitungsvorgänge in der Atmosphäre und in Oberflächengewässern zu bewerten. Als Hilfsmittel sind hierbei ein doppelseitig beschriebenes Blatt (A4) sowie ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzung für dieses Modul ist das Modul Hydromechanik (BV00013) bzw. gleichwertige Kenntnisse. Außerdem werden Kenntnisse in Vektor- und Tensorrechnung vorausgesetzt.

#### Inhalt:

- Kontinuums-Hypothese

- Analysis
- Kinematik
- Bewegungsgleichungen in differentieller Form
- Skalierungsgesetze, Zeitkonstanten und Dimensionsanalyse
- laminare und turbulente Grenzschichten
- Wiederholung der ingenieurmäßigen Grundlagen der Fluidmechanik
- Advektion, Diffusion und Erhaltungsgleichungen
- Ausbreitung (Diffusion und Advektion) von instantanen und kontinuierlichen Punktquellen
- Behandlung und Spezifizierung der Randbedingungen
- Schließungsansätze für turbulenten Transport

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Nutzung des Konzepts vom Kontinuum in der Fluidmechanik zu erklären
- das Konzept und den Aufbau einer (turbulenten) Grenzschicht zu verstehen
- die Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Fluide, das Wandgesetz für turbulente Grenzschichten auf ausgewählte Strömungsfälle anzuwenden
- Randbedingungen für Impuls- und Massentransport anzuwenden
- Strömungsfelder mit Hilfe von charakteristischen Linien (Stromlinien, Pfadlinien, Streichlinien) sowie des Deformations- und Rotationstensors zu charakterisieren
- Transportphänomene in turbulenten Strömungen zu charakterisieren
- ein System von Ähnlichkeitskennzahlen für ein gegebenes physikalisches System zu bestimmen
- die bestimmenden Zeitkonstanten in einfachen fluidmechanischen Systemen und Transportphänomenen zu bestimmen
- Schadstoffverteilungen in unterschiedlichen Emissions- und Transportszenarien ingenieurmäßig zu bestimmen
- in kurzer Zeit und mit einfachen Hilfsmitteln auf die Berandung eines durchströmten Volumens angreifende Kräfte, Drücke oder einwirkende Geschwindigkeiten zu ermitteln
- Ausbreitungsvorgänge in der Atmosphäre und in Oberflächengewässern zu bewerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die Inhalte der Vorlesung werden überwiegend an der Tafel hergeleitet, durch Computerpräsentationen ergänzt und mit den Studierenden diskutiert. Die Anwendung bzw. Bedeutung der hergeleiteten Beziehungen wird durch Beispiele unterstützt. Die Studierenden werden hierbei ermutigt, die präsentierten Inhalte selbständig in Vor- und Nachbereitung der Vorlesung aus der Literatur zu recherchieren und verschiedene Wege der Darstellung und Herleitung zu vergleichen.

Es werden freiwillige Hausarbeiten ausgegeben. Die Studierenden können so ihr erworbenes Wissen selbständig auf ausgewählte, kleinere Probleme anwenden und ihren Lernerfolg in periodischen Abständen kontrollieren. Ergänzend zur Vorlesung Fluidmechanik wird ein freiwilliges Seminar (jew. 90 min.) angeboten. Dort besteht die Möglichkeit gemeinsam mit anderen Studierenden die Aufgabenblätter zu lösen sowie die Vorlesung nach zubereiten. Die Diskussion der Studierenden wird dabei von einem Dozenten moderiert und unterstützt.

**Medienform:**

Tafelanschrieb, Folien, Videos, Aufgabenblätter, e-Learning

**Literatur:**

- Course script, presentations and assignments available to participants on elearning platform

G. K. Batchelor. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 1967.

I. G. Currie. Fundamental Mechanics of Fluids. McGraw-Hill, New York, 1974.

P. K. Kundu and I. M. Cohen. Fluid Mechanics, Third Edition. Elsevier, Amsterdam, 2004.

R. L. Panton. Incompressible flow. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, third edition, 2005.

D. J. Tritton. Physical Fluid Dynamics. Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.

M. van Dyke. An Album of Fluid Motion. Parabolic Press, Stanford, California, 1982.

S. B. Pope. Turbulent flows. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

H. Tennekes and J. L. Lumley. A first course in turbulence. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1972.

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Fluid Mechanics and Transport Mechanisms (Vorlesung, 4 SWS)

Manhart M, Sakai Y, Quosdorf D

Seminar zur Fluidmechanik (Seminar, 2 SWS)

Quosdorf D, Ungleht L, Brosda J, von Wenczowski S, Sakai Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU44014T2: Computergestützte Berechnungsverfahren in den Ingenieurwissenschaften II | Computation in Engineering II [CIE 2]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 90-minütigen Klausur und einer Studienleistung in Form einer Übungsleistung in der die

Programmierkenntnisse der Studierenden überprüft werden.

Im Rahmen der Studienleistung müssen die Studierenden ihr Plugin für das CAD Programm Rhino selbstständig programmieren und das Endergebnis vorstellen. Die Abnahme dieser Programmieraufgabe erfolgt durch ein etwa 15-minütiges Einzelgespräch, das bestanden werden muss. Durch die eigenständig bearbeitete Programmieraufgabe und das zugehörige Abschlussgespräch soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die wesentlichen Aspekte verstanden haben, wie ein komplexes Programm in modernem C++ zu entwickeln. Außerdem sollen die generischen Konzepte moderne Sprachen wiedergeben werden können.

Durch die Klausur wird nachgewiesen, dass häufig auftretende Themen im Bereich der Ingenieursinformatik, wie die Spline-basierte Geometriedarstellung oder die iterative Lösung von Gleichungssystem angewendet werden können. In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiches ablegen des Moduls: Computation in Engineering I (BGU44013T2)

#### Inhalt:

- Vertiefte Konzepte objektorientierter Modellierung

- Umsetzung der UML in C++ (Klassen, Strukturen, Templates, Vererbung Operator-Overloading, Grafische Benutzeroberflächen)
- numerische Methoden zur iterativen Lösung großer Gleichungssysteme
- "Computational Steering" zur interaktiven Lösung von Laplace-Gleichungen
- mathematisch-geometrische Konzepte zur Darstellung von Kurven und Flächen sowie deren programmiertechnische Umsetzung (Splines, B-Splines, NURBS)
- Einführung in Standard-Bibliotheken in C++
- fortgeschrittene Programmiertechniken in C++

### **Lernergebnisse:**

Nach dem erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- fortgeschrittene, objektorientierte Programme und Datenstrukturen zu entwickeln und in C++ umzusetzen
- Splines, B-Splines und NURBS mit modernen Sprachkonstrukten in C++ umzusetzen
- die mathematischen Grundlagen für zur iterativen Lösung von Gleichungssystemen zu verstehen und in C++ umzusetzen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung. Die in der Vorlesung erarbeiteten Methoden werden in C++ umgesetzt. Aufgaben zur Lernkontrolle werden teils in der Vorlesung direkt im Anschluss an den vermittelten Stoff programmiert oder als freiwillige Übungsaufgabe mit nach Hause gegeben. Die Lösungen werden in der darauffolgenden Woche in der Vorlesung vorgestellt und besprochen.

Die Vorlesung findet in den Computerräumen der Fakultät statt, so dass eigene Notizen sofort in das online verfügbare Vorlesungsmaterial eingefügt werden können und der Übungsstoff an eigenen Programmbeispielen umgesetzt werden kann. Alle Präsentationsunterlagen, Aufgaben, Lösungen usw. sind auf der Webseite mit den handschriftlichen Ergänzungen des jeweiligen Dozenten (Tablet-PC) nach dem jeweiligen Veranstaltung zur Unterstützung des Selbststudiums herunterladbar.

### **Medienform:**

PowerPoint-Projektionen sowie Tafelanschrieb verwendet.

### **Literatur:**

Daoqi Yang: C++ and object-oriented numeric computing for Scientists and Engineers, Springer-Verlag 2001. Exemplare sind von der Lehrbuchsammlung der TU-Bücherei ausleihbar  
Weiterhin stehen umfangreiche Vorlesungsskripten des Lehrstuhls zur Verfügung.

### **Modulverantwortliche(r):**

Christoph Ertl ([christoph.ertl@tum.de](mailto:christoph.ertl@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46021: Wasserkraft und Energiespeicherung - Projektarbeit | Hydro Power and Energy Storage - Project Work [Hydro Project]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>70 | <b>Präsenzstunden:</b><br>20         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Jede Gruppe gibt als Leistungsnachweis einen ca. 50-seitigen Abschlussbericht ab und stellt ihre Arbeit in einer Präsentation vor den anderen Kursteilnehmern dar.

Durch dieses Format soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die einzelnen Planungsschritte methodisch richtig durchführen und darstellen können, dass sie in der Lage sind, die erforderlichen Daten richtig zu erheben und dass sie im Stande sind, die von ihnen geplante Anlage in technischer und ökonomischer Hinsicht zu bewerten. Weiterhin wird geprüft, ob die Studierenden die von ihnen erzielten Arbeitsergebnisse systematisch in schriftlicher/zeichnerischer Form darzustellen vermögen, und ob sie in der Lage sind, ihre Arbeit vor einem fachkundigen Publikum in kompakter Form darzustellen. Die Gesamtnote setzt sich aus der Beurteilung des Berichtes und der Präsentation mit einer Gewichtung von 66% und 33% zusammen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Lehrveranstaltung "Hydro Power and Energy Storage"

#### Inhalt:

Im Rahmen dieser Projektarbeit wird eine Auslegung und Planung eines Wasserkraftwerkes durchgeführt:

- Aufbereitung der hydrologischen Daten
- Potentialanalyse für ein gewähltes Anlagenkonzept

- Auswahl geeigneter Turbinen und Generatoren
- Dimensionierung und Grobplanung des Bauwerks
- Konzept und Dimensionierung einer Fischtreppe für die Zielfischarten des Standortes
- Erstellung des Leistungsplanes
- Analyse der Wirtschaftlichkeit
- zeichnerische Darstellung der geplanten Anlage

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Projektarbeit sind die Studierenden in der Lage:

- das hydraulische Potential eines Wasserkraftstandortes zu beurteilen
- ein Anlagenkonzept für eine Wasserkraftanlage zu entwickeln
- die wichtigsten Schritte der technischen Planung einer Wasserkraftanlage selbst vorzunehmen
- die hierzu notwendigen Daten zu ermitteln und aufzubereiten
- die Planung zu dimensionieren und in baulicher Hinsicht zu skizzieren
- die Planung hinsichtlich der zu erwartenden Jahreserzeugung und ihrer Gesamtwirtschaftlichkeit zu bewerten
- eine Planung einer Wasserkraftanlage zu analysieren
- eine Planung einer Wasserkraftanlage zu beurteilen
- die Planungsergebnisse systematisch zu beschreiben und vor einer Gruppe fachkundiger Zuhörer darzustellen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

- Kurzvorlesungen zur Einführung in die einzelnen Teilaufgaben
- Diskussion der vorgestellten Methoden
- kleine Gruppen von jeweils 4 Studenten erarbeiten Planungen mit unterschiedlichen Lösungsansätzen
- Eigenarbeit mit bedarfsweiser Unterstützung (Sprechstunden)
- Projektbericht und Projektpräsentation jeder Gruppe als Abschluss

Auf diese Weise erhalten die Studierenden einen vertieften Einblick in die erforderlichen Methoden und lernen durch die Arbeit in kleinen Gruppen diese Methoden direkt anzuwenden, wobei sie bei auftretenden Schwierigkeiten jederzeit Hilfestellung erhalten können.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

Wilfried Dr. Knapp (wilfried.knapp@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46022: Wasserbauhydraulik | Hydraulics in Water Engineering

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur, in der die Studierenden zeigen, dass sie hydraulische Problemstellungen ohne Hilfsmittel beschreiben und Lösungen dafür erarbeiten können sowie komprimierte Berechnungen hydraulischer Systeme durchführen können. Zudem werden anhand eines praxisnahen Fallbeispiels das Verständnis und die erworbene Problemlösungskompetenz geprüft.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fortgeschrittenes Wissen in Wasserbau und Wasserwirtschaft

oder:

freies Wahlfach für andere Studierende.

#### Inhalt:

1. Grundlagen der Hydraulik
2. Betriebseinrichtungen (Einlaufbauwerke, Transportbauwerke, Energieumwandlung)
  - Hydraulische Bemessung und Ausführung
  - Dynamische Beanspruchungen
3. Baustellenumleitung und Nebenanlagen
  - Hydraulische Bemessung und Ausführung

- Zeitlicher Bauablauf
- Sicherheitskonzepte

#### 4. Kavitation

- Ursachen und bauliche Fehler
- Vermeidungsstrategien

#### 5. Wasserschlässe

- Hydraulische Funktionen
- Aktuelle Beispiel

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- wasserbauliche Betriebseinrichtungen im Hinblick auf ihre hydraulischen Zustände zu verstehen und darüber hinaus auch zu modifizieren;
- Gefahren im Wasserbau (Kavitation, Verklausung, Kolk, Wirbel) zu erkennen und entsprechende Lösungsansätze zu entwickeln;
- die Funktionsweise wasserbaulicher Sonderbauwerke (Wasserschlässe, Baustellenumleitungen) zu verstehen und diese in ein Gesamtkonzept anzuwenden.
- überschlägige Berechnungen und Abschätzungen hydraulischer Systeme anzustellen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen zu relevanten Beispielen ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die Zusammenhänge zu intensivieren.

### **Medienform:**

Vorlesung mit PowerPoint-Präsentation  
Tafelarbeit

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Franz Zunic [franz.zunic@tum.de](mailto:franz.zunic@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Wasserbauhydraulik (Vorlesung, 2 SWS)  
Rutschmann P



Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46026: Alpine Naturgefahren | Alpine Hazards [Ri+Kr]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is a written, closed book test of 120 minutes duration. It consists of theoretical questions, practical tasks and calculations. Only a simple scientific calculator and a dictionary are allowed aids.

In the exam, the students demonstrate by answering theoretical questions that they can explain the main processes in alpine watersheds and analyse them concerning the flows of water, debris, the influence on land mass movements and the resulting hazard potential. Furthermore, they show that they understand the working mechanisms of measures for hazard mitigation in mountainous regions. On the basis of practical examples, they show that they can analyse realistic situations and apply mitigation measures in targeted strategies for alpine hazards. Through calculation tasks they prove that they can assess the quantitative aspects of the hazard side and the measure side.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in Geology and Water Management.

#### Inhalt:

Part 1: "Water Management in Mountain Regions"

The students get an introduction on the objectives and means of protective watershed management in alpine regions. The processes in natural landscapes, the relevant influencing factors on runoff and debris flow, the alpine water balance and relevant information sources

for planning are outlined. On basis of this fundamental aspects the development of protection concepts, including strategies, requirements and boundary conditions are explained.

Finally the preventive measures with focus on constructional aspects like hydraulic and biological engineering, the management of alpine protective forest and measures for avalanches control as well as aspects of regional planning are presented and discussed.

## Part 2: "Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards"

The lecture will introduce process understanding of gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards in dynamically changing mountain environments. This includes physical and mechanical aspects of process understanding and stochastic descriptions of magnitude and frequency patterns. On basis of this profound understanding, we will introduce benchmark approaches of how to model and anticipate selected gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards.

These approaches will be evaluated with respect to the presently observed and anticipated Environmental Change in Alpine regions. This will be integrated into the development of sustainable adaptation and mitigation strategies in dynamic Alpine Environments. Best practice examples from different mountain environments will be assessed in a final step.

### **Lernergebnisse:**

After a successful participation in the module the students are able to:

- understand the fundamental natural processes in alpine watersheds,
- understand the main issues in water and debris flow management
- understand the full range of gravitational, nival, glacial and periglacial Alpine Hazards in dynamically changing mountain environments
- analyse the relevant strategies and tools for protection works against alpine hazards
- apply scientific and practical strategies for process understanding, anticipation and mitigation of Alpine Hazards

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of a lecture series. The theoretical framework of processes and dynamics of alpine hazards will be presented in the lecture. Practical Examples illustrate strategies and measures for the anticipation and mitigation of hazards. Furthermore, students are encouraged to study scientific literature in order to enrich the discussion of the issues. In class exercises, selected examples are calculated and distinct quantitative tasks are shown.

### **Medienform:**

Blackboard work and PowerPoint presentation.

### **Literatur:**

Script and PowerPoint slides provided from lecturers.

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren  
(Vorlesung, 2 SWS)

Krautblatter M, Leinauer J, Rimböck A

Water Management in Mountain Regions (Vorlesung, 2 SWS)

Rimböck A ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46028: Mathematische Modellierung der Hydrodynamik und Wasserqualität in Küstengebieten | Mathematical Modeling of Hydrodynamics and Water Quality in Coastal Regions [COASTAL]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis wird durch eine 60 minütige schriftliche Prüfung am Ende des Semesters erbracht, aus welcher sich die Note für das Modul ergibt.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

siehe englische Beschreibung

#### **Inhalt:**

siehe englische Beschreibung

#### **Lernergebnisse:**

siehe englische Beschreibung

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

siehe englische Beschreibung

#### **Medienform:**

siehe englische Beschreibung

**Literatur:**

siehe englische Beschreibung

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

LV-Nr. 0000002859

Prof. Dr. Anastasios Stamou

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46030: Ökologische Modellierung für Oberflächengewässer | Ecological Modeling of Surface Waters [Ecolog]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis wird durch eine schriftliche Prüfung (60 min) am Ende des Semesters erbracht, aus welcher sich die Note für das Modul ergibt.

Dabei soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die wesentlichen Aspekte der spezifischen Aufgabenstellung aus den Bereichen Gewässer / Strömungsvorgänge / Ökologie / Habitatmodellierung verstanden haben und anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Bachelor Degree in Civil or Environmental Engineering.

#### Inhalt:

1. INTRODUCTION. Basic definitions. The significance of ecological models within the implementation of the Water Framework Directive (WFD) with examples.

2. CONCEPTS OF ECOLOGICAL MODELING FOR SURFACE WATERS. Components of an ecological model. Processes and their mathematical description. The main steps of the procedure of ecological modeling.

3. TYPES OF ECOLOGICAL MODELS. Overview of models with examples; advantages and disadvantages.

4. EXAMPLES OF SIMPLE ECOLOGICAL MODELS. Organic pollution in a river; eutrophication in a lake; habitat modeling in a river; and others. Exercises using EXCEL.

5. REAL LIFE APPLICATIONS.

### **Lernergebnisse:**

After successful completion of the course the students are able to (1) know the main characteristics of ecological models and their application, (2) realize the potential of application of ecological models as management tools, (3) understand the use of ecological models to deal with pollution problems and pressures within the implementation of the WFD, (4) develop simplified versions of these models using Excel, and (5) know how to apply computer codes for these models in real cases.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The lectures are performed interactively with presentations and calculations. Real cases are presented in the classroom and are critically discussed with the students. There are 3 simple obligatory homework exercises that are given to the students. The students form groups of 2 and are expected to solve the exercises and turn them in; then, these are corrected and returned to them.

### **Medienform:**

Presentations on the blackboard; Power Point presentations; calculations in PCs using Excel and computer codes.

### **Literatur:**

1. Fath, B. and Jorgensen, S. E. (2011). Fundamentals of Ecological Modelling, Volume 23, Fourth Edition: Applications in Environmental Management and Research (Developments in Environmental Modelling), Elsevier; <http://www.ebooks-share.net/fundamentals-of-ecological-modelling-volume-23-fourth-edition-applications-in-environmental-management-and-research-developments-in-environmental/>.

2. European Commission European Commission (2012). Indicators and Methods for the Ecological Status Assessment: Linkages between Chemical and Biological Quality of Surface Waters, Joint research Centre; <http://www.amazon.de/Indicators-Methods-Ecological-Status-Assessment/dp/3845456914>.

3. Socolofsky, A. and Jirka, G. (2002). Environmental Fluid Mechanics, Part I: Mass Transfer and Diffusion, Lectures, Institute for Hydromechanics, KIT; [http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/lehre/envflu\\_I/Course\\_script/course\\_script.htm](http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/lehre/envflu_I/Course_script/course_script.htm).

4. Stamou, A. (2014). Ecological modeling of surface waters, TUM (in preparation).



**Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ecological Modeling of Surface Waters (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46032: Laborübung Wasserbauhydraulik | Hydraulics in Water Engineering Laboratory [Labor WB-Hydraulik]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

- Kurztestate: Gewichtung 20 %
- Auswertungsmappe: Gewichtung 50 %
- Präsentation der Ergebnisse mit Diskussion: Gewichtung 30 %

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Wasserbauhydraulik (erfolgreiche Teilnahme erforderlich)
- Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft (empfohlen)
- Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft (empfohlen)

#### Inhalt:

In der Vorlesung „Wasserbauhydraulik“ im Masterstudiengang „Bauingenieurwesen“ (auch für Studierende des Umweltingenieurwesens) werden verschiedene komplexe Strömungszustände behandelt, mit denen Wasserbauingenieure in der Praxis häufig konfrontiert sind.

Durch eine Veranschaulichung dieser hydraulischen Vorgänge im physikalischen Modell kann den Studierenden ein besseres Verständnis ermöglicht und zeitgleich der praktische Umgang mit Messinstrumenten sowie die Auswertung von Messdaten nahegelegt werden.

Behandelt werden folgende Themen:

- Charakteristik des Überfalls über Klappen
- Piano key weir
- Pfeilereinfluss auf die Leistungsfähigkeit von Wehren

- Druckverlauf am Wehrrücken
- Schachtüberfall, Hangkanal und Schussrinnen
- Tiefauslass
- Grundablass
- Räumliches Tosbecken
- Wasserschloss
- Kavitation

### **Lernergebnisse:**

Die Teilnehmenden haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls ein tiefes Verständnis für die behandelten, komplexen Strömungsprobleme und können diese im weiteren Berufsleben zuverlässig bearbeiten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

- Einführungsveranstaltung für alle Teilnehmenden
- Eine Woche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach: Messungen zu den 8 Themen an physikalischen Modellen (jeweils ½ Tag, in Kleingruppen)
- Auswertung und Präsentation der Ergebnisse

### **Medienform:**

Skriptum, Tafelarbeit, Übungsblätter, PowerPoint, Filme

### **Literatur:**

- Preißler, Günter und G. Bollrich. Technische Hydromechanik Band 1. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 1985.
- Naudascher, Eduard. Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke. Wien: Springer-Verlag Wien, 1987.
- Blind, Hans. Wasserbauten aus Beton. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, 1987.
- Strobl, Theodor und F. Zunic. Wasserbau: Aktuelle Grundlagen - Neue Entwicklungen. Berlin, Heidelberg: 2006.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Richard Huber [richard.huber@tum.de](mailto:richard.huber@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Laborübung Wasserbauhydraulik (Übung, 3,5 SWS)

Huber R [L], Huber R, Hartlieb A, Schlagenhauer M, Rutschmann P, Schwedhelm H, Scherbaum S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46033: Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Obernach | Laboratory and Field Exercises at the Obernach Lab [VAO\_2016]**

*Blockkurs VAO*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Gespräch, Präsentation (Aufschluss über individuellen Erkenntnisstand bei der Gruppenarbeit, Anwendung der erworbenen Erkenntnisse auf Projektbeispiele), Bericht, Hilfsmittel zugelassen

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grund- und Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft oder entsprechende Bachelorkurse

#### **Inhalt:**

Fünftägige Blockveranstaltung + Bericht

1 Tag Theorie: Grundlagen des wasserbaulichen Versuchswesens, Vorstellung der aktuellen Modellversuche in Obernach.

4 Tage Praxis: Durchführung von Versuchen an aktuellen wasserbaulichen Modellen (Messen, Dokumentieren, Aus- und Bewerten sowie Präsentieren und Diskutieren der Ergebnisse). Ausführlicher Bericht über die Modellprojekte und die daran erarbeiteten Ergebnisse.

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage:

- durch praktische Arbeit mit fließendem Wasser vertieftes wasserbauliches Wissen an Beispielen anzuwenden.
- Fragestellungen von aktuellen wasserbaulichen Projekten aus dem In- und Ausland zu verstehen und erfolgreich zu bearbeiten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung für die Vermittlung der erforderlichen Grundlagen, Führung durch die Versuchseinrichtungen mit den aktuellen wasserbaulichen Projekten für den Bezug der vermittelten Grundlagen zur Praxis, dreitägige Gruppenarbeit im Labor für die Praxiserfahrung, eigene Präsentation für die Analyse und Zusammenfassung der erarbeiteten Ergebnisse, Verfassen eines ausführlichen Berichts

**Medienform:**

Vorlesung (90 min), 2 h Führung durch Versuchshallen, 3 Tage Gruppenarbeit an wasserbaulichen Modellversuchen, 1 Tag Präsentation und Diskussion, Verfassen eines Berichts .

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Arnd Hartlieb (arnd.hartlieb@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Obernach (Übung, 3 SWS)

Hartlieb A [L], Hartlieb A, Huber R, Schlagenhauser M, Scherbaum S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46034: Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen | Hydraulic Machinery and Plants Laboratory [HMA]

Laborübung HMA

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Durch das Kurztestat weisen die Studierenden vor Durchführung des Versuches nach, dass sie die für das Experiment erforderlichen theoretischen Grundlagen verstanden haben. In der Ausarbeitung beschreiben die Studierenden den Versuchsaufbau sowie die Versuchsdurchführung. Sie werten die ermittelten Messwerte aus, stellen sie graphisch dar und diskutieren deren Übereinstimmung mit den theoretisch zu erwartenden Ergebnissen. Hierbei weisen die Studierenden nach, dass sie sowohl in der Lage sind, ein Experiment korrekt durchzuführen als auch dessen Ergebnisse darzustellen und zu interpretieren.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse in der Hydromechanik

#### Inhalt:

Demonstration der Funktionsweise hydraulischer Strömungsmaschinen und Anwendung experimenteller Techniken. Hierzu führen die Teilnehmer in kleinen Gruppen (max. 5 Pers.) Messungen an Pumpen, Turbinen und Anlagenteilen durch und werten diese aus.

Folgende Versuche werden durchgeführt:

- Messung von Druck, Strömungsgeschwindigkeit und Durchfluss in Kanälen, Leitungssystemen und Strömungsmaschinen.

- Bestimmung der Betriebseigenschaften (Kennlinien, Kennfelder) hydraulischer Maschinen am Beispiel von Kreiselpumpe, Pelton turbine und Francis turbine.

**Lernergebnisse:**

Nach diesem Laborpraktikum verstehen die Studierenden die Maschinentechnik und die strömungstechnischen Vorgänge in und um Wasserkraftanlagen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

- Vermittlung des theoretischen Hintergrundes in Vorlesungsform,
- Diskussion und dadurch Vertiefung der Inhalte in Gruppenterminen vor und während der Versuche,
- Demonstration von und eigene Experimente an hydraulischen Maschinen und Anlagen
- Anwendung der Kenntnisse bei der Ausarbeitung

Durch diese Form der Lernergebnisübermittlung wird erreicht, dass die Studierenden die für das Verständnis des Experimentes erforderlichen theoretischen Grundlagen verstehen. Bei der Versuchsdurchführung und -ausarbeitung lernen die Studierenden sowohl die dargestellten Strömungsphänomene durch Anschauung zu begreifen, als auch ein Experiment korrekt durchzuführen sowie dessen Ergebnisse strukturiert darzustellen und zu interpretieren.

**Medienform:**

Skriptum in gedruckter Form,  
PowerPoint Präsentation in der Vorlesung

**Literatur:**

Literaturliste im Skriptum enthalten

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen (Übung, 2 SWS)

Aguirre Iniguez D [L], Rutschmann P, Schwedhelm H, Giehl S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46036: Wasserwirtschaft und Wasserkraft | Water Resources and Hydropower [WRHP]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt in einer schriftlichen Klausur von 120'. Die Klausur besteht aus theoretischen Fragen sowie Berechnungs- und Dimensionierungsaufgaben. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

In der Klausur sollen die Studierenden anhand theoretischer Fragen sowie praktischer Aufgaben nachweisen, dass sie konkrete Fragestellungen zur Planung und Konstruktion des Hochwasserschutzes anhand der behandelten Modelltechniken und Methoden der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung sowie anhand der Methoden der Nutzung von Wassermengen lösungsorientiert bearbeiten und den Einsatz möglicher Technologien (u.a. auch der Energiespeicherung) fallspezifisch einschätzen können (u.a. zum Zweck der Versorgung und der Energiegewinnung). Des Weiteren sollen sie in verschiedenen Fragen zu Bauelementen von Wasserkraftwerken die Wirkungsweise erklären aber auch die Konzeption und Dimensionierung solcher Werke für unterschiedliche Randbedingungen ableiten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fundierte Kenntnisse in Physik und Mathematik, sowie ein Besuch der Vorlesungen

- 1) "Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft" und
  - 2) "Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft"
- oder vergleichbarer grundständiger Vorlesungen.



**Inhalt:**

Das Modul bietet vertieftes Wissen in Prinzipien, Methoden und Technologien für den Umgang mit Wassermengen, seinen Einfluss auf den Hochwasserschutz sowie deren nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen für die Gewinnung von Energie aus Wasserkraft. Es umfasst quantitative Herangehensweisen an die Berechnung der Wassermengen sowie den Entwurf und die Dimensionierung der hierfür erforderlichen Anlagen für den Betrieb dazugehöriger Wasserspeicher, Wasserkraftwerke und der Energiespeicherung.

Im Teil Wasserwirtschaft lernen die Studierenden die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelltechniken der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung kennen und ihre Anwendung in der Praxis. Da sich die Wasserwirtschaft mit dem Aufzeichnen und Beschreiben der Verfügbarkeit von Wasservorkommen beschäftigt sowie mit Fragen des Hochwasserschutzes, zeigt der Kurs die Methoden, die nötig sind um planerische und konstruktive Aufgabenstellungen zu lösen.

Um den heutigen Ansprüchen der Wasserwirtschaft zu genügen, kann die gesamte Bandbreite der Aufgaben nur durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen abgedeckt werden. Daher umfasst der Kurs zahlreiche Aspekte der Wassermengenwirtschaft, des Hochwasserschutzes, der Niederschlag-Abfluss-Modellierung, der Speicherbewirtschaftung, der Hochwasserstatistik und der Optimierung von Versorgungsspeichern. Zudem wird das Thema Zeitreihenanalyse behandelt.

Der Teil Wasserkraft bietet zunächst einen Überblick über die Potentiale erneuerbarer Energien im Allgemeinen und über diejenigen der Wasserkraft. Sodann werden folgende Themen behandelt:

- Bauarten von Wasserkraftwerken
- "Kleine Wasserkraft": Anforderungen, etablierte Technologien und neue Vorschläge.
- Bauelemente von Wasserkraftanlagen
- Typen von Wasserturbinen, Strömungsturbinen
- Energieumwandlung in Wasserturbinen
- Auslegungsplanung von Wasserkraftanlagen
- Betrieb und Regelung von Wasserkraftwerken

Energiespeicherung:

- warum brauchen wir Energiespeicher?
- welche grundsätzlichen Möglichkeiten zur Energiespeicherung gibt es?
- Charakteristika dieser Technologien, Vor- und Nachteile, - Anwendungsbereiche und Entwicklungsstand, Projektbeispiele
- Pumpspeicherwerke, Grundlagen, Bauelemente, neue Ansätze

**Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls verstehen die Studierenden die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelltechniken – und Methoden der wasserwirtschaftlichen Planung und Dimensionierung und können ihre Anwendungsgebiete und grenzen in der Praxis einschätzen. Sie können diese Methoden einsetzen, um Fragestellungen des Hochwasserschutzes in Planung und Konstruktion zu lösen. Zudem sind sie vertraut mit Methoden der Nutzung von Wassermengen und deren Optimierung zum Zwecke der Versorgung und der Energiegewinnung durch Wasserkraft.

Die Studierenden sind ferner in der Lage die Potenziale der Wasserkraft im Spektrum der erneuerbaren Energien abzuschätzen. Sie können die Bauelemente von Wasserkraftwerken in ihrer Wirkungsweise beurteilen und können für gegebene Aufgabenstellungen aus diesen Bauelementen Wasserkraftanlagen im Rahmen eines Entwurfsprozesses konzipieren und dimensionieren. Sie sind mit den Anforderungen und gängigen Techniken der Energiespeicherung vertraut und können ihre Einsatzbereiche unter verschiedenen Rahmenbedingungen bestimmen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen. Mit Hilfe einer Folien- oder Tafelpräsentation werden in der Vorlesung die theoretischen Grundlagen der wasserwirtschaftlichen Planung mit ihren Querbeziehungen zur Hydrologie, sowie die technischen Grundlagen der Wasserkraftanlagen vermittelt. Praxisbeispiele werden anhand von Fotovorträgen und ggf. kleinen Filmen erläutert. .

In den begleitenden Übungen wird anhand geeigneter Aufgaben das Verständnis der erlernten Methoden der Wassermengenberechnung und der konstruktiven Auslegung von Wasserkraftanlagen vorgestellt und die Anwendung der verschiedenen Techniken, die für eine ganzheitliche Planung erforderlich sind, auf überschaubare Problemstellungen aus den verschiedenen Stufen der Prozesskette Niederschlag-Wassermengen-Wasserspeicherung-Wasserkraft-Energiespeicherung, veranschaulicht. Diskussionen geben den Studierenden Gelegenheit, die komplexeren Zusammenhänge zwischen den behandelten Elementen zu vertiefen.

### **Medienform:**

PowerPoint Präsentation mit Filmsequenzen und Computer-Animationen.

### **Literatur:**

Ein ausführliches Skriptum wird in Moodle zur Verfügung gestellt.

Dazu werden folgende Fachbücher empfohlen:

J. Giesecke, E. Mosonyi: Wasserkraftanlagen, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-25505-2

T. Strobl, F. Zunic: Wasserbau, Springer Verlag 2006, ISBN 3-540-22300-2

W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 1: Vogel Verlag Würzburg 1994, ISBN 3-8023-1527-8

W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 2: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0127-7

W. Bohl: Strömungslehre: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0036-X

J. Raabe: Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI-Verlag Düsseldorf 1989, ISBN 3-18-400801

### **Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sustainable Water Resources Management (Vorlesung, 2 SWS)

Huber R, Scherbaum S

Hydro Power and Energy Storage (Vorlesung, 2 SWS)

Rutschmann P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46038: Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement | Principles and Applications of Land Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The assessment is based on a written exam of 90 minutes with open questions. Such open question test to which extent students can individually formulate feasible and plausible answers in their own words in relation to descriptions, explanations and analysis of basic conceptualisations of land management and landscape management. In addition, the open question should test to which extent students are able to formulate judgements and appropriate solutions for land management challenges and formulate appropriate research questions in relation to land management themes. During the exam only a hardcopy dictionary and a calculator are allowed.

Note in view of the limitations on university operations as a result of the CoViD19 pandemic: If the basic conditions (hygiene, physical distance rules, etc.) for a classroom-based examination cannot be met, the planned form of examination can be changed to a written or oral online examination in accordance with §13a APSO. The decision about this change will be announced as soon as possible, but at least 14 days before the date of the examination by the examiner after consultation with the board of examiners of the respective study program.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic understanding of of law and environmental systems.

**Inhalt:**

This module will provide foundational knowledge for sustainable land management in both rural and urban areas by a combination of two complementary approaches: land administration and landscape planning.

Land administration comprises of 4 fundamental components: cadastral land surveying, land registration, land valuation and land development. These components together rely on a land information infrastructure and provide the basis for systematic and comprehensive land interventions.

The module will address the guiding principles, formal instruments and procedural elements of Landscape Planning; present methodological approaches for the assessment of natural assets and landscape functions including methods and tools for data collection, analysis and evaluation; illustrate target formulation and implementation strategies with examples from the planning practice.

**Lernergebnisse:**

On successful completion of the module, participants should:

1. recognize, describe and explain core concepts and principles of responsible and smart land management, land administration and landscape management.
2. explain and apply basic tools, instruments and procedural elements of land administration (including cadastral mapping and land registration) and landscape management.
3. select appropriate methods and tools to design assess natural assets and landscape functions.
4. judge and assess the role and application of land management tools and instruments in the context of sustainable development challenges and requirements.
5. be able to transfer principles and apply tools of land management to secure land tenure, develop and plan urban and rural regions in a responsible and sustainable manner.

**Lehr- und Lernmethoden:**

This module relies on active learning methods. The required background knowledge on each of the topics is introduced via both verbal/frontal lectures and via open access background papers and articles (which students have to read and comprehend during and via self study hours). Students are required to apply this knowledge either individually and/or in groups in exercises. The exercises are structured such that students have to combine different sources in order to derive and formulate feasible answers and/or solutions. The exercises are based on actual cases in both Germany and abroad. These seminar type exercises aim to transfer this knowledge for developing a tenure responsive and/or ecologically sustainable strategy at the neighbourhood and/or a national scale. Through these exercises the application of knowledge is practiced. For the exam these knowledge application experiences are required.

**Medienform:**

Lectures provide subject specific knowledge; class discussions of selected readings engage students in critical thinking.

**Literatur:**

Haaren, Chr. v., Galler, C. & S. Ott (2008): Landscape planning. The basis of sustainable landscape development. Ed. by Federal Agency for Nature Conservation; Further thematic reading will be made available in connection with the lectures and the seminar

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Walter Timo de Vries wt.de-vries@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement (Vorlesung, 4 SWS)

de Vries W, Pauleit S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46039: Ethik in Wissenschaft und Technologie | Ethics in Science and Technology

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                          |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig   | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt über eine wissenschaftliche Ausarbeitung (max. 5 Seiten).

Die Studierenden nehmen aktiv am Seminar teil und beteiligen sich an den Diskussionen. Die zusammenfassenden Diskussionen ermöglichen den Studierenden eine kontinuierliche Überprüfung ihrer Argumentationskompetenz. Durch das Studium von Vertiefungstexten und Projektbeispielen erwerben sich die Studierenden Kenntnisse über die gesellschaftlichen Herausforderungen des Themenkomplexes "Nexus - Water-Food-Energy" und präsentieren diese in einem Vortrag (ca. 20 Minuten) und begründen ihren Standpunkt in einer schriftlichen Zusammenfassung.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Studierende müssen zunächst das Basis Seminar besuchen um dann in der fortgeschrittenen Veranstaltung das Wissen in der Projektarbeit zu vertiefen.

#### Inhalt:

NaturwissenschaftlerInnen und IngenieurInnen in der Wissenschaft und in der Wirtschaft stehen teils unvermittelt zu Beginn ihrer beruflichen Laufbahn vor moralischen Herausforderungen, auf die sie das traditionelle Studium meist kaum vorbereitet hat. Diese können in der Diskussion aktueller Ereignisse mit Laien genauso wie in der Entscheidung zur Verwirklichung naturwissenschaftlicher Innovationen in Forschung und Industrie in Erscheinung treten. In einem einführenden Seminar

erarbeiten die Studierenden Grundmodelle ethischer Argumentationen. Anschließend bearbeiten sie praxisnah ethische Herausforderungen mit konkreten Projektbeispielen aus dem Nexus - Themenkomplex "Water-Food-Energy".

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden entwickeln ein besseres Verständnis für die Natur des wissenschaftlichen Arbeitens im Rahmen von interdisziplinären Zusammenhängen (Nexus - Water, Food, Energy). Sie lernen die wichtigsten ethischen Theorien kennen und können diese anwenden. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, fachliche und normative Dimensionen eines Problems professionell zu trennen und mit Hilfe nachvollziehbar gewichteter Kriterien zu einer Entscheidung zu kommen. Die Kompetenzen Problemdifferenzierung, reflektorische Argumentation und kritische Urteilskraft werden explizit gefördert. Die Studierenden können interdisziplinäre Projektarbeiten einschätzen und bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Textlektüre, Erschließung der Inhalte von Vorträgen, Problemdifferenzierung, Referate, Einzel- und Gruppenarbeit, Diskussion, Präsentation und schriftliche Ausarbeitung.

**Medienform:**

Reader, Powerpoint, Filme, Webplattform

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. rer. nat. Eva Sandmann sandmann@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ethik in Wissenschaft und Technologie - Teil 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Sandmann E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU46040: Meeres- und Windenergie | Ocean and Wind Energy [OWE]**

*Potentiale, Grundlagen und technische Möglichkeiten der Nutzung von Meeres- und Windenergie*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung ist eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch die Klausur wird überprüft, ob die Studierenden in der Lage sind, in begrenzter Zeit Lösungswege in Bezug auf die Abschätzung der Potenziale regenerativer Energiequellen, des Technologieeinsatzes der Meeres- und Windenergie sowie der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen dieser Energieträger aufzuzeigen. In den allgemeinen Fragen wird das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Technologie und Randbedingungen in Planungen und Auslegungen von Energiewandlungsanlagen abgeprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Hydromechanik,

z.B. Vorlesungen

Fluidmechanik, Modul-Kennung BV410008

Hydromechanik, Modul-Kennung BV410013

Fluid- und Festkörpermechanik, Modul-Kennung BV410014

**Inhalt:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und gibt einen Überblick über die regenerativen Energiequellen Wind- und Meeresenergie und die Technologien zu deren Nutzung in Grundlagen und Beispielen.

Für die erneuerbaren Energieträger Windenergie und Meeresenergie (Gezeiten- Strömungs-, thermische, osmotische und Wellenenergie) werden jeweils folgende Aspekte betrachtet:

- \* Überblick über die grundsätzlichen Nutzungsmöglichkeiten
- \* Entstehung, Größe und Verteilung der Potentiale
- \* historische Entwicklung der Technologie zur energetischen Nutzung
- \* theoretische Grundlagen der Energiewandlung
- \* Funktionsweise, Aufbau und Eigenschaften der etablierten als auch von vorgeschlagene oder in der Entwicklung befindlichen Technologien
- \* Überblick über frühere, aktuelle und vorgeschlagene Projekte
- \* Installation und Betrieb, Umweltauswirkungen.
- \* Grundlagen der Konstruktion und Planung

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Potentiale der regenerativen Energieformen Wind- Meeresenergie zu kennen und zu bewerten
- die Prozesse zu verstehen, durch die diese regenerativen Energieformen entstehen
- die etablierten und neu vorgeschlagene Technologien zu deren Nutzung zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten
- die physikalischen und technischen Grundlagen der Energiewandlung zu verstehen und anzuwenden
- Auslegungen und Planung von Anlagen der genannten Energiewandlungsanlagen zu verstehen und vorzunehmen
- die ökologischen Auswirkungen dieser Energiewandlungsanlagen zu bewerten
- die Unsicherheiten und Risiken der Technologien abzuschätzen
- die ökonomischen Chancen und Risiken der Technologien einzuschätzen

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen zu relevanten Beispielen ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die Zusammenhänge zu intensivieren.

**Medienform:**

Power Point Präsentation mit Filmsequenzen und Animationen

**Literatur:**

Hau, Erich; Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Springer, Berlin; 2nd rev. ed. (15. November 2005) ISBN-10: 9783540242406, ISBN-13: 978-3540242406

Hau, Erich; Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer, Berlin; Auflage: 4., vollst. neu bearb. Aufl. (Januar 2008) ISBN-10: 3540721509, ISBN-13: 978-3540721505

Kaltschmitt, Martin; Renewable Energy: Technology, Economics and Environment Springer Berlin Heidelberg (9. Dezember 2009), ISBN-10: 3642089941, ISBN-13: 978-3642089947

Kaltschmitt, Martin; Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Berlin; Auflage: 4., aktualis., korrig. u. erg. A. (25. August 2009), ISBN-10: 9783540282044, ISBN-13: 978-3540282044

Gasch, Robert; Windkraftanlagen, Teubner B.G. GmbH; 4. Auflage, Dezember 2005, ISBN-10: 3519363348, ISBN-13: 978-3519363347

Gasch, Robert, Jochen Twele; Wind Power Plants, Fundamentals, Design, Construction and Operation. ISBN: 978-3-642-22937-4 (Print) 978-3-642-22938-1

Charlier, R.H. and Finkl, C.W.: Ocean Energy – Tide and Tidal Power; Springer Verlag Berlin / Heidelberg 2009, ISBN 978-3-540-77932-2

Ross, David: Power from the Waves; Oxford University Press, 1995, ISBN 0-19-856511-9

McCormick, Michael E.: Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications Inc., Mineola, New York 2007; ISBN 978-0-486-46245-5

Arthur Pecher, Jens Peter Kofoed, Editors: Handbook of Ocean Wave Energy, Springer Open, Ocean Engineering & Oceanography ISBN 978-3-319-39888-4 ISBN 978-3-319-39889-1 (eBook)

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46041: Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung | Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA\_SEM]**

*Implementierung von Integriertem Wasserressourcenmanagement in Bayern und international anhand von praktischen Beispielen*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung setzt sich zusammen aus einem mündlichen Vortrag (20') im Rahmen des Seminars sowie einer schriftlichen Ausarbeitung von max. 10 Seiten. Die Gewichtung ist 50/50.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Wassermanagement

z.B. durch Besuch der Vorlesung „International Water Policy and Law“ (Wintersemester)

#### **Inhalt:**

Das Seminar setzt sich aus drei Säulen zusammen:

##### **1. Input aus Bayern**

Es werden in Zusammenarbeit mit Gastdozenten aus verschiedenen bayerischen Behörden und Verbänden (z.B. Umweltministerium, Landratsamt, Wasserwirtschaftsamt, kommunale Zweckverbände) aktuelle, reale Fallbeispiele aus Wasserrecht und -politik in Bayern besprochen und in Zusammenhang zu vergangenen Erfahrungen gestellt. Diese Fallbeispiele sollen eine inhaltliche Vertiefung zur Vorlesung im Wintersemester bieten und komplexe Strukturen sowie

den Lösungsprozess veranschaulichen. Soweit zeitlich möglich können auch inhaltlich passende Exkursionen angeboten werden.

Die Themen umfassen z.B.:

- Prinzipien und Indikatoren einer Good Water Governance und ihre Anwendung
- Prozesse im Wassersektor anhand ausgewählter Beispiele: komplexe Strukturen, Verknüpfungen und Schwachpunkte
- Wasserrecht in der Praxis z.B. Ausweisung Wasserschutzgebiet
- Zusammenspiel staatlicher, halbstaatlicher und privater Akteure im bayerischen Wassersektor
- Umsetzung der EU-WRRL auf lokaler Ebene
- Öffentlichkeitsbeteiligung: Chancen und Herausforderungen
- Ethische Randbedingungen für IWRM in Fallbeispielen: Verantwortung, Bewertung, Strategien

## 2. Output international

Gleichzeitig führen die Studierenden eigenständige Recherchearbeiten durch und bearbeiten dabei ein konkretes internationales Fallbeispiel (z.B. im SS 17 Wassersektor in Kenia). Durch eine umfassende Bestandsaufnahme soll die Problemlage verstanden und aufbauend auf den besprochenen Lösungsansätzen in Bayern angepasste Strategien entwickelt und deren praktische Umsetzung vorgeschlagen werden. Die Themen werden im Zweier-Team bearbeitet und präsentiert und sind z.B.

- Wasserwirtschaftliche Grunddaten
- Strukturen und Mitarbeiter im Wassersektor
- Wasserwirtschaftliche Kernaufgaben: Monitoring, Wasserbau, Schutz und Nutzung
- Rechtslage
- Finanzierung
- Ausgewählte Prozesse

## 3. Diskussion und Abstrahierung

Während des Seminars gibt es viel Raum für Diskussionen und Entwicklung neuer Ideen. Diese sollen nicht nur in die Bearbeitung des internationalen Fallbeispiels einfließen. Als Ergebnis soll zudem während des Seminars von Dozenten und Studierenden gemeinsam ein allgemeiner Fragenkatalog zur Beschreibung und Evaluation wasserwirtschaftlicher Systeme weltweit erarbeitet werden.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- normative Strukturen im Wassersektor zu verstehen.
- die konkreten Herausforderungen im Wassersektor, insbesondere im internationalen Kontext, abzuschätzen.
- wasserwirtschaftliche Systeme mithilfe von technischen und nicht-technischen Indikatoren zu analysieren.

- vertieftes Wissen über integrierte Wasserressourcenmanagement in der Praxis anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Seminarinhalte werden in Form eines Vortrags der Dozenten präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitend werden konkrete Fallstudien bearbeitet. Durch viel Raum für Diskussionen wird den Studierenden ermöglicht, sich einzubringen, Zusammenhänge zu intensivieren und eigene Lösungsvorschläge für ihre Teilaufgabe heraus zu arbeiten. Während des Seminars stellen die Studierenden ihre Teilaufgaben im Rahmen eines Vortrags vor.

**Medienform:**

PowerPoint-Präsentationen

Material und Pläne von Fallstudien

Ggf. Filmsequenzen

**Literatur:**

Siehe Beschreibung des Seminars

**Modulverantwortliche(r):**

Patalong, Hannah

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46042: Lebensraummodellierung für Fische und Wirbellose in Flüssen | Modeling of Habitat for Fish and Invertebrates in Rivers [HABSIM]**

*Modeling of Habitat for Fish and Invertebrates in Rivers*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

"The performance will be assessed based on a report the students have to deliver. The report shall have a volume of approx. 25 pages and should cover the following topics:

- \* report about the field measurements
- \* report about the data pre-processing
- \* description of the simulation models and methods employed
- \* description of the results obtained
- \* comparison and classification of the results

In this report the students can prove that they have done the practical tasks diligently and they have understood the foundation of the simulation methods. They can show that they have obtained meaningful results and that they can judge their results in the context of other related research.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelor degree in Civil or Environmental Engineering,  
Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundmodul, Module No. BV000030,  
Wasserbau und Wasserwirtschaft Ergänzungsmodul Module No. BV000048

**Inhalt:**

In the first part of the course, the theoretical background and different aspects of the CFD based fish habitat modelling and the MesoHABSIM technique are presented in the form of lectures. In the second part, the students work on a case study on a section of the river Oberrhein with both approaches. This part includes field measurements at the river, data post processing, and the creation and application of models in computer hands-on exercises. The results of the purely numerical and the physically based approaches are compared and discussed.

**Lernergebnisse:**

After successful completion, the students will be able to

- \* Understand the fundamentals and procedures of habitat modelling in rivers
- \* Understand the main hydraulic parameters that are decisive for the suitability of the river stretch as a habitat for fish and invertebrates
- \* Acquire data and post-process them for application to numerical models
- \* Perform a CFD-based habitat modelling of a river stretch
- \* Perform a habitat modelling based on the MesoHABSIM technique, a comprehensive planning tool used for the evaluation of environmental flows and of river restoration measures

In summary, students will have a deeper comprehension for the integration of ecological questions in planning processes for civil structures.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Seminar with integrated practical training, performing computer simulations as well as making practical investigations in the river.

The method applied is complementary Research-Oriented Teaching (ROT) on the above-mentioned field of research. In this course it aims at exposing students to the ecological perspective on the common research area of the TUM, enabling them to combine this view with the theoretical engineering knowledge they are taught in the standard lectures and realize the practical relevance and significance of this knowledge in environmental engineering. The course is giving them the opportunity to learn through conducting their own research and derive their new findings.

**Medienform:**

Powerpoint presentation; computer simulation software

**Literatur:**

Parasiewicz P. (2001): MesoHABSIM – a concept for application of instream flow models in river restoration planning. Fisheries 29 (9) p. 6–13.

Parasiewicz P. & M. B. Bain (2000): MesoHABSIM or modeling of physical habitat at the scale relevant to river restoration planning. EISORS – Eight International Symposium on Regulated Rivers – Toulouse, France 8/17 – 21 August 2000.

Yi Shen, Panayiotis Diplas (2008): Application of two- and three-dimensional computational fluid dynamics models to complex ecological stream flows. Journal of Hydrology Volume 348, Issues 1–2, 1 January 2008, Pages 195-214



Paul D. Bates Stuart N. Lane Robert I. Ferguson (2005): Computational Fluid Dynamics: Applications in Environmental Hydraulics. John Wiley & Sons

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU48029: Einführung in die Photogrammetrie und Fernerkundung | Introduction to Photogrammetry and Remote Sensing [PFG]

*Photogrammetrie und Fernerkundung*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer 60-minütigen schriftlichen Klausur abgeschlossen. Mittels der schriftlichen Prüfung soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die vermittelten theoretischen und praktischen Grundlagen verstanden haben und anwenden können. Prüfungsfragen können die Anfertigung und Erläuterung einer Skizze beinhalten, eine Textaufgabe zur Beschreibung einer Problemlösung darstellen, Rechenaufgaben fordern oder einen Vergleich verschiedener Verfahren verlangen. Außerdem sollen in einem Multiple-Choice-Teil gegebene Aussagen auf ihre Richtigkeit hin bewertet werden. Dieser Teil nimmt nicht mehr als 20% der Gesamtpunktezahl ein. Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

None

**Inhalt:**

Allgemeine Einführung: Definition Photogrammetrie und Fernerkundung, Charakterisierung der Photogrammetrie, Einsatzgebiete und Entwicklung der Photogrammetrie, Grundbegriffe und charakteristische Daten, Einsatzgebiet und Entwicklung der Fernerkundung

- Einführung in die Photogrammetrie: Steroskopisches Sehen und Messen, Photogrammetrische Bildauswertung, Digitale Stereoauswertung
- Einführung in die Fernerkundung: Radiometrische Grundlagen, Multispektralklassifikation
- Optische Grundlagen: Modelle und geometrische Qualität der optischen Abbildung, Beschreibung der Bildqualität

**Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme an den Modulveranstaltungen ist der Studierende in der Lage:

- Anwendungen zu analysieren und unter verschiedenen Gesichtspunkten einzuordnen,
- ein Luftbildaufnahme zu planen,
- das Prinzip der stereoskopischen Aufnahme und Auswertung zu verstehen,
- Aufnahmesituationen zu bewerten und Anaglyphenbilder zu erfassen,
- Konzepte der photogrammetrischen Bildauswertung zu verstehen,
- sich an die Einflussgrößen auf die Elektromagnetische Strahlung und die radiometrischen Grundgrößen zu erinnern,
- Prinzipien der überwachten und unüberwachten Klassifikation zu verstehen,
- verschiedenen Klassifikationen anzuwenden und Klassifikationsergebnisse zu bewerten,
- Einflussfaktoren auf die Bildqualität zu verstehen und die Bildqualität zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung: klassisch, mit Folienpräsentation

Diskussion und Übung in die Vorlesung integriert

**Medienform:**

Folienpräsentation, Folienskript, Programmbeispiele

**Literatur:**

"" Haralick, Shapiro (1992): Computer and Robot Vision (Vol. 1). Addison-Wesley, New York.

"" Castleman (1995): Digital Image Processing. Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey.

**Modulverantwortliche(r):**

Ludwig Hoegner

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

PRE - Photogrammetry and Remote Sensing (Vorlesung, 2 SWS)

Hoegner L [L], Stilla U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU50007: Grundwassermanagement und nachhaltige Materialverwendung in der Geotechnik | Ground Water Handling and Sustainable Use of Geomaterials in Civil Construction**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur. Die Prüfung besteht sowohl aus allgemeinen Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus Berechnungen und Bemessungsaufgaben. Als Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Prüfung sind alle Studienunterlagen, einfacher wissenschaftlicher Taschenrechner und Literatur zugelassen.

Durch kurze Verständnisfragen weisen die Studierenden nach, dass sie komplexe geotechnische Grundwasserprobleme und Bedeutung von Tailings hinsichtlich geotechnischer und umweltrelevanter Aspekte verstehen sowie unterschiedliche hydraulische Versagensmechanismen, einschl. des Versagens von Tailings einschätzen können. Durch die Berechnungs- und Bemessungsaufgaben anhand gegebener geotechnischer Beispiele wird überprüft, ob die Studierenden Berechnungsansätze zur Lösung von geotechnische Grundwasserproblemen sowie Methoden zum Umgang mit industriellen Nebenprodukten und RC-Baustoffen anwenden, aus der Bestimmung von Grundwasserbewegungen Wasserhaltungsmaßnahmen für Baumaßnahmen konzipieren und nachvollziehbar darstellen können sowie Massenbewegungen von Böden und anderer Materialien im Erdbau unter Berücksichtigung von geotechnischen und umweltrelevanten Aspekten quantitativ planen können. Ferner zeigen sie, dass sie Lösungen zur Minimierung der Auswirkungen von Baumaßnahmen auf das Grundwasser sowie Konzepte für den Umgang mit schwierigen Böden im Erdbau zu entwickeln können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (TUM) oder gleichwertige Module

### **Inhalt:**

- Theorie der Grundwasserbewegung in Boden und Fels
- Hydrogeologische Baugrunderkundung
- Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit anhand von Labor- und Feldversuchen
- Methoden der Grundwasserabsenkung (Vertikalfilterbrunnen, Horizontalfilterbrunnen, Vakuumbrunnen, Elektrosmose, Brunnenherstellung und Bemessung)
- Suffosion, Erosion, Clogging, Hydraulischer Grundbruch
- Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse durch Bauwerke, Grundwasserüberleitungssysteme
- Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen
- Ermittlung von Bemessungsgrundwasserständen
- Grundwasserschutz im Verkehrswegebau
- Geothermie (thermische Eigenschaften von Böden, oberflächennahe und tiefe Geothermie)
- Nachhaltige Verwendung mineralischer Materialien: Problemstellung, rechtliche Aspekte, geotechnische und umwelttechnische Baugrunderkundung, Charakterisierung von RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten, mechanische und hydraulische Eigenschaften von RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten, Verwendung von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau, Verwendung schwieriger Böden und Baustoffe im Erdbau
- Tailings: allgemeine Aspekte, Standsicherheit von Tailings, umwelttechnische Gesichtspunkte und Ertüchtigung

### **Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme an dem Modul sind die Studenten in der Lage:

- Ansätze zur Lösung von geotechnische Grundwasserproblemen anzuwenden
- Lösungen zur Minimierung der Auswirkungen von Baumaßnahmen auf das Grundwasser zu entwickeln
- Wasserhaltungsmaßnahmen zu konzipieren.
- unterschiedliche hydraulische Versagensmechanismen einzuschätzen
- vertieftes Wissen über den Umgang mit industriellen Nebenprodukten und RC-Baustoffen anzuwenden
- Massenbewegungen von Böden und anderer Materialien im Erdbau unter Berücksichtigung von geotechnischen und umweltrelevanten Aspekten zu planen
- Konzepte für den Umgang mit schwierigen Böden im Erdbau zu entwickeln
- die Bedeutung von Tailings hinsichtlich geotechnischer und umweltrelevanter Aspekte zu verstehen
- Versagensmechanismen von Tailings zu analysieren

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung.

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der Grundwasserbewegungen im Boden, der hydrogeologischen Erkundung von Baugründen und der

Maßnahmen zur Beeinflussung der Grundwasserbewegungen, als Powerpoint-Vortrag, unterstützt durch Bilder, ggf. Filmen und Diskussionen vermittelt, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Berechnungsbeispiele aus praxisnahen gentechnischen Aufgabestellungen vermitteln die quantitativen Methoden zur Berechnung von gentechnischen Grundwasserproblemen sowie zur Konzeption von Maßnahmen zu deren Behandlung. Die PowerPoint Folien werden für die Studierendenaufbereitung und während der Veranstaltung als Ausdruck verteilt. Alle Unterlagen werden über die elearning Plattform Moodle zur Verfügung gestellt.

**Medienform:**

Notizen während der Vorlesung, Tafelarbeit, PowerPoint-Folien

**Literatur:**

VOGT, N. Vorlesungsskript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Emanuel Birle [e.birle@tum.de](mailto:e.birle@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU50008: Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen | Geotechnical Issues in Environmental Engineering

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur. Die Klausur besteht sowohl aus allgemeinen Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus Berechnungen und Bemessungsaufgaben. Als Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Prüfung sind alle Studienunterlagen, einfacher wissenschaftlicher Taschenrechner und Literatur zugelassen.

Durch theoretische Fragen anhand gängiger umweltgeotechnischer Fragestellungen wird nachgewiesen, dass die Studierenden die gängigen gesetzlichen Rahmenbedingungen im Bereich des Deponiebaus, Besonderheiten bei der Bebauung von Tagebaukippen und Verfüllungen darlegen, sowie relevante technische Anwendungen (z.B. Eignung unterschiedlicher Materialien für Abdichtungssysteme im Deponiebau, Möglichkeiten für die Verwendung von RecyclingBaustoffen im Erd- und Deponiebau, Verfahren zur Altlastensanierung) in ihrer Wirkung beurteilen können. Durch Aufgaben zur Konzeption bzw. Berechnung/Bemessung weisen die Studierenden nach, dass sie die Grundlagen der Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden für Randwertprobleme der Umweltgeotechnik anwenden können sowie Verfahren zur Altlastensanierung und Verfahren zur Baugrundverbesserung von Tagebaukippen und Auffüllungen konzipieren und nachvollziehbar beschreiben können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundbau und Bodenmechanik Grund und Ergänzungsmodul (TUM) oder gleichwertige Module

### **Inhalt:**

- Bodenmechanische Grundlagen: Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden
- Umgang mit mineralischen Abfällen
- Deponiebau: Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme, mineralische Abdichtungen, geosynthetische Tondichtungsbahnen, Geokunststoffe, Schadstofftransport, mechanische Eigenschaften von Abfall, Standsicherheit von Deponiekörpern, Wasserhaushalt von Oberflächenabdichtungssystemen, Nachnutzung von Deponien
- Bebauung von Tagebaukippen und Auffüllungen
- Mineralische Abfälle zur Verwertung: Eigenschaften von mineralischen Abfällen und industriellen Nebenprodukten, Einsatz von mineralischen Abfällen und industriellen Nebenprodukten im Erdbau, technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von mineralischen Abfällen und industriellen Nebenprodukten im Erdbau
- Altlastensanierung: Schadstoffe, Baugrunderkundung, Sicherung von Altlasten, Sanierung von Altlasten
- Landgewinnung
- Küstenschutz

### **Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme am Modul sind die Studenten in der Lage sein

- die Grundlagen der Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden für Randwertprobleme der Umweltgeotechnik anzuwenden,
- die Funktion von Abdichtungssystemen im Deponiebau zu beurteilen,
- die Eignung unterschiedlicher Materialien für Abdichtungssysteme zu beurteilen,
- die gängigen gesetzlichen Rahmenbedingungen im Bereich des Deponiebaus darzulegen,
- Möglichkeiten für die Verwendung von Recycling-Baustoffen im Erd- und Deponiebau zu bewerten,
- Verfahren zur Altlastensanierung zu beschreiben und zu beurteilen,
- Besonderheiten bei der Bebauung von Tagebaukippen und Verfüllungen darzulegen
- Verfahren zur Baugrundverbesserung von Tagebaukippen und Auffüllungen zu beurteilen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung.

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der Wasserbewegung in gesättigten und ungesättigten Böden, der Deponieabdichtungssystemen oder der Eigenschaften verschiedener Geomaterialien, als Powerpoint-Vortrag, unterstützt durch Bilder, ggf. Filmen und Diskussionen vermittelt, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Berechnungsbeispiele aus praxisnahen umweltgeotechnischen Aufgabenstellungen vermitteln die quantitativen Methoden zur Berechnung von Wasserbewegungen z.B. für Randwertprobleme in der Geotechnik sowie zur Konzeption von Maßnahmen zu Deponieabdichtung und zur Altlastensanierung.

Die PowerPoint Folien werden für die Studenten aufbereitet und während der Veranstaltung als Ausdruck verteilt. Alle Unterlagen werden über die elearning Plattform Moodle zur Verfügung gestellt.



**Medienform:**

Notizen während der Vorlesung, Tafelarbeit, PowerPoint-Folien

**Literatur:**

Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik

GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten, DGGT <http://www.gdaonline.de/empfehlung.html>

Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 27.04.2009

FGSV: Merkblatt über Bauweisen für Technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau (MTSE), Ausgabe 2008

LAGA: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Allgemeiner Teil, 2003

LfU-Deponie-Info - Merkblatt 1: Mineralische Deponieabdichtungen, 2009

FGSV: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), 2002

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Emanuel Birle [e.birle@bv.tum.de](mailto:e.birle@bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen (Vorlesung, 4 SWS)

Birle E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU52015: Visualisierung von Raum- und Verkehrsdaten | Visualization of Spatial Data in Transportation

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis wird durch die Abgabe von zwei Hausaufgaben (30% der Gesamtnote, Gruppenarbeit) während des Semesters und die Abgabe eines individuellen Abschlussposters (70% der Gesamtnote) mit einer kurzen Präsentation (nicht bewertet) am Ende des Semesters erbracht. Mit den Hausaufgaben wird überprüft, ob die Studierenden in Gruppen Daten strukturieren, konzeptionelle und konkrete Planungsideen demonstrieren und verständliche Poster gestalten können. In der ersten Hausaufgabe geht es um konzeptionelle und großräumige Planungen, in der zweiten um detaillierte Karten mit kleinerem Maßstab. Beim Abschlussposter soll nachgewiesen werden, dass jede/r Studierende ein Poster mit vielen Daten und unterschiedlichen Maßstäben aussagekräftig, klar und verständlich entwerfen sowie ihre/seine Ideen klar demonstrieren und dafür eine Design-Software grundsätzlich bedienen kann. Für das Abschlussposter ist es wichtig, dass die Studierenden die Kommentare, die sie während des Semesters als Gruppe bekommen haben, berücksichtigt haben und das Material (Karten, Grafik, Tabellen... usw.) verbessert haben. Die Poster sollen kurz präsentiert werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

GIS, Interactions of Land-Use and Transport (ILUT)

#### Inhalt:

1. Einführung und Überblick über Darstellungsmethoden
2. Präsentation von Projektideen und Planungskonzepten

3. Präsentation von konkreten Plänen: Detaillierungsgrad, Erfordernisse und Methoden hinsichtlich der Skalierung für Verkehrs- und Landnutzungspläne
4. Einführung in die Darstellung und Gestaltung mit CorelDRAW Graphics Suite (Studenten, die mit einem weiteren Programm vertraut sind, können auch dies für die weitere Gruppenarbeit anwenden)
5. Gestaltungsübung mit ArcGIS
6. Studentische Präsentationen 1 und Diskussion
7. Studentische Präsentationen 2 und Diskussion
8. Finale Präsentationen

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- konzeptionelle und konkrete Planungsideen bezüglich eines Problems oder eines vorhandenen Plans klar zu demonstrieren.
- einige Grafikdesign/Visualisierung-Softwares zu bedienen, um Stadt- und Verkehrspläne sowie zusätzliche Grafik (Tabellen, Texte... usw.) zu produzieren.
- groß/komplex Verkehrsdaten und Karten strukturieren.
- die Qualität von Karten, Präsentationen und/oder Postern hinsichtlich der Darstellung und Verständlichkeit zu beurteilen.
- verständliche, aussagekräftige und korrekte Karten und Pläne für die Raum- und Verkehrsplanung zu produzieren.
- verständliche und greifbare Tabellen und Diagramme zu entwerfen, besonders um komplex Situationen zu illustrieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen, Tutorien und Übungen. Die Vorlesungen sind über den gestalterischen Grundgedanken und die Visualisierung, sodass die Studierenden lernen, wie konkrete und konzeptionelle Planungsideen darstellen zu können und gute/schlechte Beispiele beurteilen. Die Tutoren sind um Studenten die Behandlung der Softwares zu zeigen. Die Übungen bestehen aus zwei Hausaufgaben über verschiedene Visualisierungsarten (unterschiedliche Maßstäbe und Themen), sodass die Studierenden lernen wie vorhandene Daten organisieren/strukturieren, wie neue Karte/Grafik zu entwerfen und den Umgang mit der Software üben. Diese Hausaufgaben, die als Gruppenarbeit gearbeitet werden, werden wöchentlich in der Vorlesung präsentiert, diskutiert und verglichen. Am Ende des Semesters entwerfen und präsentieren die Studierenden mit diesen Karten/Grafiken ein individuelles Poster unter Berücksichtigung der Kommentare, die sie während des Semesters bekommen haben.

### **Medienform:**

Präsentationen, kartographische und Designprogramme, Karten, Projekte und Präsentationen von Studierenden

### **Literatur:**

Yau, Nathan (2011) Visualize This: The Flowing Data Guide To Design, Visualization and Statistics.

Ware, Colin (2013) Information Visualization: Perception for Design.

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Prof. Dr.-Ing. Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Celikkaya, Nihan

nihan.celikkaya@tum.de

Büttner, Benjamin

benjamin.buettner@tum.de

Ji, Chenyi

chenyi.ji@tum.de

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU52016: Evaluation von Verkehrsprojekten und -programmen | Evaluation of Transport Projects and Policies

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Während des Semesters ist von den Studierenden eine Hausaufgabe (Gruppenarbeit) vorzulegen, die 20% der Modulnote ausmacht. Eine schriftliche Prüfung am Ende des Semesters entspricht 80% der erforderlichen Leistung. Die Fragen der Prüfung basieren auf der Literatur und zentralen Schriftstücken, auf die während der Vorlesung hingewiesen wird.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Interactions of Land-Use and Transport (ILUT)

#### Inhalt:

1. Begründung von öffentlicher Entscheidungswahl
  - a. Unterschied zwischen öffentlicher und privater Entscheidung bzgl. Investitionen
  - b. Wohlstandswirtschaft, Grundlage von Investitionen
2. Externe Kosten und Bilanzierung von Verkehr
  - a. Bewertung von Zeitkosten im Verkehr
  - b. Bewertung des Beitrags des Verkehrs zum Klimawandel
  - c. Bewertung lokaler Emissionen
  - d. Bewertung von Sicherheitsrisiken im Verkehr

### 3. Einflussevaluierung und evidenzbasierte Strategie

#### 4. Jenseits des unabhängigen Planers: Strategieprozess und Evaluierung

- a. Brauchen wir eine Ethik des Planens?
- b. Öffentliche Wahlkritik an der Wohlstandswirtschaft
- c. Transaktionskosten der Politik und Verkehrsstrategie
- d. Interessensgruppen und öffentliche Investitionsentscheidungen
- e. Bürokratie und öffentliche Entscheidungswahl

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden dazu in der Lage:

- die normative Grundlage der ex ante Evaluierung für öffentliche Entscheidungswahl zu verstehen,
- zu beurteilen, wie man Strategieziele den Planungswerkzeugen zuordnet,
- das Potential von ex post Evaluierungen für die Entscheidungswahl zu beurteilen,
- die Hauptwechselwirkungen zwischen Strategieprozessen und öffentlicher Entscheidungswahl zu untersuchen.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Video-Tutorien. Zusätzlich ist von den Studenten ein schriftliches Exposé zu einem der Themen der Vorlesung abzugeben. Es wird zwei Vorlesungstage geben. Am Semesterende findet eine schriftliche Prüfung statt.

#### **Medienform:**

Präsentationen, Auszüge relevanter Literatur

#### **Literatur:**

#### **Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

#### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54008T2: Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung | Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 90-minütigen schriftlichen Prüfung und einer Studienleistung (Übungsleistung).

In der schriftlichen Prüfung geben die Studierenden unter Zeitdruck bestimmte erworbene Lernergebnisse (Kenntnis und Verständnis von Prozessabläufen natürlicher Stoffkreisläufe, Transportprozesse und deren mathematische Modellierung) wieder. Die schriftliche Prüfung beinhaltet zu 1/3 theoretische Fragen und zu 2/3 Rechenaufgaben. Erlaubte Hilfsmittel sind ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner.

Die Kompetenz ein ökohydrologisches Modell anzuwenden, die Modellausgaben aufzubereiten und zu analysieren, sowie die Ergebnisse verständlich zu präsentieren wird mit der Studienleistung abgeprüft.

Die Bearbeitung der Studienleistung wird während der Übungsstunden von Tutoren und dem Dozenten betreut (Modellaufbau, Methoden zur Evaluation der Modellergebnisse). Anschließend wird die gestellte Modellierungsaufgabe in den Übungen und außerhalb der Präsenzzeit in Gruppen von max. 4 Studierenden abgeschlossen, sowie der Ergebnisbericht (ca. 20 Seiten) geschrieben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen Hydrologie, Grundkenntnisse GIS

## **Inhalt:**

### **Vorlesung;**

Der Aufbau und das Zusammenspiel verschiedener Komponenten eines (öko-)hydrologischen Modells werden, erläutert und die zugehörigen mathematischen Modellierungsansätze vorgestellt

- Klimadaten und Schnee
- Evapotranspiration
- Infiltration und Bodenwasser
- Oberflächenabfluss
- Grundwasser
- Gewässerabfluss

Zusätzlich werden die mathematischen Beschreibungen für das Pflanzenwachstum und der damit verbundene Wasser- und Nährstoffbedarf vorgestellt. Aspekte der Wasserqualität sowie der Einfluss verschiedener Landnutzungs- und bewirtschaftungsformen werden thematisiert:

- Nährstoffe und Nährstofftransport
- Erosion
- Pflanzenwachstum und Bewirtschaftung

### **Übung:**

Die ökohydrologische Modellierung wird anhand eines Fallbeispiels in der Computerübung gelehrt:

- Modellaufbau in SWAT
- Durchführung von Simulationen
- Auswertung der Ergebnisse: Postprocessing
- Auswertung der Ergebnisse: Interpretation und Diagnose
- Manuelle Kallibrierung

## **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Übertragung der Prozessabläufe natürlicher Stoffkreisläufe (Wasser- und Nährstoffkreisläufe) auf ein ökohydrologisches Softwaremodell zu verstehen.
- die verschiedenen Methoden zur Berechnung von Teilgliedern ökohydrologischer Stoffkreisläufe sowie ihres Zusammenspiels zu analysieren.
- ein ökohydrologisches Modell anwenden und die Modellausgaben zu analysieren.
- diverse Einflussfaktoren auf das Modellergebnis zu identifizieren
- das Modellergebnis selbst auf Sinnhaftigkeit zu bewerten sowie
- das Modellergebnis nachvollziehbar in einem Ergebnisbericht zu präsentieren

## **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Vorlesung (Vortrag, Präsentation, Gruppenarbeit): Die Vorlesung präsentiert den Studenten die historische, mathematische sowie empirische Grundlage für die verschiedenen Modellierungsansätze der einzelnen Modellkomponenten. Sie zeigt auf, auf welcher Basis bzw. Annahmen die Ansätze beruhen, was die Charakteristiken (Welches in der Natur beobachtbare Verhalten, z.B. Dämpfung der Bodentemperatur mit der Tiefe sowie saisonale sinusförmige



Schwankung soll nachempfunden werden), notwendige Datengrundlage sowie die Grenzen der Anwendbarkeit derer sind. Damit werden die ersten zwei Lernergebnisse erzielt.

Übung (Vortrag, Präsentation, Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Fallstudie): Die detaillierte getrennte Betrachtung einzelner Modellkomponenten ist in der Anwendung der ökohydrologischen Modellierung am Computer (Übung) nicht möglich. Die einzelnen Modellkomponenten (Klima, Bodentemperatur, Bodenwasserbewegung, Grundwasser, Sediment, Pflanzenwachstum,...) beeinflussen sich oft in komplexer Weise gegenseitig. Die Anwendung eines Modells das Verständnis des Zusammenspiels der Teilmglieder sowie die Bewertung der Ergebnisse wird in der in der Praxis - Übung und anschließende Studienleistung – vermittelt.

### **Medienform:**

Vorlesung: Power-Point-Präsentationen, Tafelanschrieb, wissenschaftliche Artikel

Übung: Übungsskript, Computerprogramme: SWAT, ArcSWAT, SWATPlot, Excel, R, SWATCup, Technische Manuals

### **Literatur:**

Neitsch, S., J. Arnold, J. Kiniry, and J. Williams (2011). Soil and water assessment tool- theoretical documentation version 2009. Report, Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service, Blackland Research Center - Texas AgriLife Research.

Winchell, M., R. Srinivasan, M. diLuzio, and J. Arnold (2007). ArcSWAT Interface for SWAT2005 - Users Guide. [http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT\\_Documentation.pdf](http://www.geology.wmich.edu/sultan/5350/Labs/ArcSWAT_Documentation.pdf): Blackland Research Center and Grassland, Soil and Water Research Laboratory (USDA Agricultural Research Service)

Arnold, J., J. Kiniry, R. Srinivasan, J. Williams, E. Haney, and S. Neitsch (2011). Soil and Water Assessment Tool- Input/Output File Documentation Version 2009. <http://swat.tamu.edu/media/19754/swat-io-2009.pdf>: Grassland, Soil and Water Research Laboratory Agricultural Research Service, Blackland Research Center Texas AgriLife Research.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrological and Environmental River Basin Modelling - Exercise (Übung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Hydrological and Environmental River Basin Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Disse M, Tuo Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54009: Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement | Flood Risk and Flood Management [HWRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120minütigen Klausur. Erlaubtes Hilfsmittel ist nur ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner. Zur Berechnung notwendige Formeln werden mit der Prüfungsangabe ausgeteilt.

In der Klausur sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die Konzepte der hydrologischen Hochwassermodellierung und des Hochwasserrisikomanagements, unter Berücksichtigung der rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, erklären können. Anhand praxisbezogener Fragestellungen zu typischen Hochwasserereignissen wird nachgewiesen, dass die Studierenden die im Modul behandelten quantitativen Methoden zur Schadens und Risikobewertung sowie die risikobasierte Maßnahmenbewertung und Sensitivitätsanalyse rechnerisch korrekt anwenden sowie Hochwasserschutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität fallspezifisch bewerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Hydrologie (z.B. BGU54006),  
Umweltmonitoring und Risikomanagement (z.B. BGU54007 oder BGU54025),  
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Risikoanalyse,  
Grundkenntnisse in Matlab

### **Inhalt:**

Das Modul wird gemeinsam vom Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement sowie der Engineering Risk Analysis (ERA) Group gehalten. Die Bedeutung, der gesellschaftliche sowie politische Handlungsrahmen des Hochwasserrisikomanagements werden von der hydrologischen Seite her beleuchtet. Des Weiteren werden Methoden und Modelle für die hydrologische und hydraulische Modellierung von Hochwasserereignissen vom Lehrstuhl für Hydrologie präsentiert. Der Veranstaltungsteil von ERA beinhalten quantitative Methoden zur Analyse von Hochwasserschäden und –risiko und Methoden zur risikobasierten Bewertung bzw. Optimierung von Hochwasserschutzmaßnahmen. Die begleitenden Übungen vermitteln die für das Arbeiten notwendigen Kenntnisse in MATLAB und wenden diese auf Beispiele aus den Vorlesungen an (Lernergebnisse 6 und 7).

Vorlesungsteil Hydrologie und Flussgebietsmanagement:

- Sicherheit und Risiko
- Kreislauf des Risikomanagements
- Qualitative und quantitative Methoden zur Abschätzung des Hochwasserrisikos
- Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen: Verfahren zur Ermittlung von Bemessungswerten
- Hochwasserstatistik auf Basis von Messdaten
- Inhalt und Bedeutung der EU Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
- Versagen von Hochwasserschutzmaßnahmen
- Gefahrenszenarien für das Hochwasserrisikomanagement
- Risiko und Risikoakzeptanz: Dialog, Kommunikation und rechtliche Aspekte

Übungsteil: Hydrologie und Flussgebietsmanagement:

- Programmierung (MATLAB) und Anwendung eines gebräuchlichen einfachen Niederschlags-Abfluss Modells für die Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten.

Vorlesungs und Übungsteil: Quantitative Risikobewertung

- Bewertung/Optimierung der Schutzmaßnahmen (z.B. Kosten-Nutzen Analyse), Entscheidungsbildung, Risikoakzeptanz
- Bewertung von Hochwasserschäden
- Quantifizierung des Hochwasserrisikos
- Quantifizierung von Unsicherheit, Sensitivitätsanalyse
- Aspekte der langfristigen Planung: Nicht-Stationarität, Anpassungsfähigkeit

Die theoretische Konzepte der „Quantitative Risikobewertung“ werden in den Vorlesungen erklärt und in den Übungen an einfachen Beispielen mit Benutzung von MATLAB umgesetzt.

### **Lernergebnisse:**

Nach Bestehen des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die grundlegenden Konzepte des Hochwasserrisikomanagements sowie die rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu verstehen,
- die Methoden zur hydrologischen Modellierung von Hochwasser auszuführen sowie
- die quantitativen Methoden zur Gefahren und Schadensbewertung, bzw. zum Hochwasserrisiko anzuwenden

- die Effektivität von Hochwasserschutzmaßnahmen zu bewerten und auszuwählen.
- eine Sensitivitätsanalyse anzuwenden
- die Programmiersprache MATLAB im fachspezifischen Umfeld des Hochwasserrisikomanagements zu handhaben.
- das hydrologische Wasserbilanzmodell LARSIM zur Lösung von Fragestellungen der Hochwasservorhersage anzuwenden.
- die theoretischen und mathematischen Konzepte programmiertechnisch zu strukturieren und umzusetzen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesung mit integrierter Übung.

Die theoretischen Grundlagen werden im Rahmen der Vorlesungen durch Präsentationen und vermittelt. Hierbei werden die Studierenden zum Studium der empfohlenen Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. In den integrierten Übungen werden konkrete Übungsaufgaben von den Studierenden eigenständig gelöst und die technischen Fertigkeiten im Umgang mit MATLAB und LARSIM geschärft. Dies geschieht in Einzel oder Gruppenarbeit. Freiwillige Hausaufgaben, die in Gruppen zu bearbeiten sind, unterstützen die Anwendungskompetenzen anhand von realistischen Fallbeispielen aus dem Hochwasserrisikomanagement.

### **Medienform:**

Power-Point-Präsentation,  
Blackboard,  
Computer Lab

### **Literatur:**

Flood Manager E-Learning (TU Hamburg-Harburg): <http://daad.wb.tu-harburg.de/homepage/>  
Merz, B., J. Hall, M. Disse, and A. Schumann. "Fluvial Flood Risk Management in a Changing World." *Natural Hazards and Earth System Science* 10, no. 3 (March 16, 2010): 509–527.  
doi:10.5194/nhess-10-509-2010.

Rogger, M., Kohl, B., Pirkl, H., Viglione, A., Komma, J., Kimbauer, R., Merz, R., Blöschl, G., 2012. Runoff models and flood frequency statistics for design flood estimation in Austria – Do they tell a consistent story? *J. Hydrol.* 456–457, 30–43. ^

Bründl, M., Romang, H.E., Bischof, N., Rheinberger, C.M., 2009. The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 9, 801–813.

Pianosi, F., Wagener, T., Rougier, J., Freer, J., Hall, J., 2014. Sensitivity Analysis of Environmental Models: A Systematic Review with Practical Workflow, in: *Vulnerability, Uncertainty, and Risk*. American Society of Civil Engineers, pp. 290–299.

Weitere Literatur wird während des Moduls bekanntgegeben

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54010: Grundwasser - Hydraulik, Modellierung und Management | Groundwater Hydraulics, Modelling and Management [GHMM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The exam consists of two written parts (each of 60 min.) and each part of the exam needs to be passed to pass the module as a whole. The first part will focus on the course groundwater hydraulics, the second one on the course groundwater modeling and management. This will allow verifying the understanding by the students of each course. The exam will verify i) how the students understand basic concepts of flow and transport processes in porous media; ii) how the students are able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The exam will consist of open questions, multiple choice questions and mainly exercises which will require short computations. No auxiliary material is allowed during the exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in hydrology, environmental monitoring and fluid mechanics (e.g. the BSc courses Grundmodul Hydrologie, Umweltmonitoring und Risikomanagement, Fluid Mechanics)

#### Inhalt:

- Groundwater hydraulics (Basic equations)
- models to describe the motion within the porous medium (Darcy's Law, potential flows)
- continuity for confined and unconfined aquifers
- differential equations describing subsurface flows and their solutions (drainage, wells)
- Conceptualization of groundwater modelling

- Finite difference numerical solution for solving steady and transient flow (PMWIN, Modflow and MATLAB)
- Spatial variability of parameters
- Flow modelling (Modflow)
- Calibration for parameter estimation of observed field data (PMWIN, Modflow, PEST/UCODE, SmartGEO)
- Solute transport modelling (PMWIN, Modflow, MOC3D/MT3D/MT3DMS)
- 3D groundwater flow and transport modelling (PMWIN, Modflow ,MT3DMS)

### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able:

- to understand the basic processes controlling subsurface flow and the different scales in ground water hydraulics.
- to apply their governing equations as well as to apply groundwater hydraulics equations (analytic equations and partial differential equations) for flow in porous media.
- to predict subsurface flow for wells in confined / unconfined aquifers.

Upon completion of the modelling and management part the students will be able

- to evaluate different groundwater management strategies
- to create flow and transport modeling based on field measurements
- to apply them to determine the flow field and well protection zone
- to understand aquifer parameters and
- evaluate the expansion of pollutant plumes.

Through a series of computer exercises, the students will be familiar with the following tools: PMWIN, MT3D, and MATLAB.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual, small groups), homework (modelling exercise).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. While theoretical concepts and mathematical equations require an in-depth explanation, which is provided during the lectures, the understanding of a model requires hands-on learning, which will be provided during exercises and homework. During the lectures, the student will understand the theory, which is behind the model they are going to use in the exercises and homework. In this way, at the end of the module, they will be able to create their own model for the solution of flow and transport in porous media.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation  
Blackboard  
Script

**Literatur:**

- Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer. Retrieved from <http://www.amazon.com/3D-Groundwater-Modeling-PMWIN-With-CD-ROM/dp/3540677445>
- G. de Marsily, Quantitative Hydrogeology, Academic Press, 1986
- Holzbecher, E. (2012). Environmental Modeling: Using MATLAB. Springer.
- J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979
- P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson & Sons, New York, 1990
- "PEST- Model interdependent parameter estimation users manual. Watermark computing. Australia
- Poeter, E. P. and M. C. Hill, 1998. Documentation of UCODE, a computer code for universal inverse modeling, U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigation Report 98-4080
- Skriptum Grundwasserhydraulik
- Vogelgesang, Grundwasser, Springer-Verlag, 1998

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna ([gabriele.chiogna@tum.de](mailto:gabriele.chiogna@tum.de))

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundwasserhydraulik (Vorlesung, 2 SWS)

Manhart M, Ungleht L

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU54011: Integriertes Wasserressourcen Management | Integrated Water Resources Management [IWRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist eine Klausur von 120 Minuten. Die Prüfung besteht aus offenen Fragen, Multiple-Choice-Fragen und vor allem Aufgaben, die kurze Berechnungen erfordern. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch kurze und präzise Antworten auf theoretische Fragen zeigen die Studierenden, dass sie die Prinzipien der integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung, verschiedene institutionelle Rollen in der Wasserwirtschaft in unterschiedlichen Ländern, Methoden und Instrumente der integrierten Wasserressourcenplanung und -managements sowie die Analyse und Bewertung von wasserbezogenen Entscheidungsproblemen verstanden haben. Der praktische Teil basiert auf Übungen mit dem Ziel, der Analyse und Anwendung eines vorläufigen IWRM-Plans, der Anwendung von Simulationswerkzeugen für ein Einzugsgebiet und der Anwendung der gängigsten Optimierungsmethoden bei Problemen im Bereich der Wasserressourcen verbunden sind. Dies ermöglicht die Verifizierung der Kompetenz der Studierenden zur Anwendung von grundlegenden IWRM-Konzepten, deren Fähigkeit, zwischen einer Reihe von Beckenmanagement-Tools und -Modellen zu unterscheiden und diese Konzepte (z. B. lineare und nichtlineare Optimierungswerkzeuge) für die Lösung von Problemen innerhalb eines begrenzten Zeitraums anzuwenden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundmodul Hydrologie

**Inhalt:**

1. Einführung in das Wasserressourcenmanagement
  - Das Gesamtproblem und die wichtigsten Herausforderungen
  - Notwendigkeit eines optimierten Wasserressourcenmanagements
  - Systemkomponenten, Planungsskalen und Nachhaltigkeit
  - Planung und Management
2. Integriertes Wasserressourcenmanagement
  - Definition von IWRM
  - IWRM Geschichte und Grundsätze
  - Die Ermöglichung der Umgebung
  - Die institutionellen Rollen
  - Managementinstrumente
  - Wasserwirtschaft im Flussgebietsschuppen
  - IWRM und Kapazitätsentwicklung
3. Entscheidungsunterstützungssysteme
4. Wasserressourcen Planung und Management Flussgebietsmanagement Übersicht
  - Rahmen für Wasserplanung und -management
  - Modellierung von Wasserressourcen-Systemen
  - Planungs- und Managementmodelle des Flussgebiets
  - Modellierungsmethoden: Simulation, Optimierung, Mehrkriterienanalyse Teil IV Optimierung
  - Kurze Einführung in die Wirtschaft für Ingenieure
  - Einführung in die Optimierung
  - Berechnungsmethoden
  - Lineare Optimierung
  - Dynamische Optimierung
  - Multiobjektivoptimierung
5. Mehrkriterienanalyse
6. Ungewissheitsanalyse
  - Zeitreihenerzeugung
  - Sequent Peak Algorithmus und Reservoirmanagement

**Lernergebnisse:**

Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundsätze der integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung zu verstehen,
- verschiedene institutionelle Rollen in der Wasserwirtschaft in unterschiedlichen Ländern zu verstehen,
- lineare und nichtlineare Optimierungswerkzeuge anzuwenden,
- wasserbezogene Entscheidungsprobleme zu analysieren und zu bewerten,
- zwischen einer Reihe von Flussgebietsmanagement-Tools und Modellen zu unterscheiden
- Methoden und rechnergestützte Werkzeuge der integrierten Planung und Management von Wasserressourcen zu verstehen und anzuwenden

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung.

Das Lehrkonzept dieses Moduls basiert darauf, dass unterschiedliche Studienziele mit unterschiedlichen Ansätzen erreicht werden können. Während theoretische Konzepte und mathematische Gleichungen eine genaue Erklärung erfordern, die während der Vorlesungen vermittelt wird, erfordert das Verständnis eines Modells eigene praktische Erfahrung mit dessen Anwendung, die während der integrierten Übungen und der Hausaufgaben erreicht wird. Während der Vorlesungen werden die Studierenden die Theorie hinter den Modellen verstehen. Sie werden diese Modelle in den integrierten Übungen und den Hausaufgaben anwenden. Fallweise wird ein komplementärer theoretischer Hintergrund der Modelle in den Übungen vermittelt, um das Verständnis der zu verbessern. Auf diese Weise können sie am Ende des Moduls einerseits ein eigenes Modell von einem Flussgebiet erstellen und andererseits auch eine Analyse der verschiedenen Wasserzuweisungs- und Wasserressourcenmanagementstrategien durchführen, um ein Optimierungsproblem zu lösen und es für die wichtigsten Wasserressourcenprobleme Anzuwenden (optimale Wasserzuteilung, Speicherkapazität - Ausbeute, Reservoirs Betrieb und Grundwasserversorgung). Die Studierenden einen eigenen Laptop für die Computer-Übungen.

**Medienform:**

Power-Point-Presentation, Tafelanschrieb, Software

**Literatur:**

- Water Resources System Planning and Management (Daniel P. Loucks)
- Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC) Background paper on Integrated Water Resources Management
- <http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/Dublin-Rio-Principles/>
- Bonn 2011 Conference proceedings The Water, Energy and Food Security Nexus, Solutions for the Green Economy
- United Nations World Water Assessment Programme

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing Markus Disse [markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Integrated Water Resources Management (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Disse M [L], Chiogna G, Disse M, Gerner A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54013T2: Seminar Niederschlags-Abfluss Modellierung | Seminar in Rainfall-Runoff Modelling [SRRM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2014/15

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Total duration: 45 min.

- Presentation and discussion (30 min.)
- Oral exam (15 min.)

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Hydrological fundamentals,  
e.g. Grundmodul Hydrologie (Bachelor Umweltingenieurwesen, TUM)

#### Inhalt:

The course contents are based on the book Rainfall-Runoff Modelling: "The Primer" by Keith Beven from Lancaster University:

The book provides a primer for the novice and detailed descriptions of techniques for more advanced practitioners. [&] It gives a comprehensive summary of available techniques based on established practices and recent research, [offering] a thorough and accessible overview of the area.

#### 1.Runoff Processes and the Modelling Process

2. Evolution of Rainfall-Runoff Models
  3. Data for Rainfall-Runoff Modelling
  4. Predicting Hydrographs Using Models Based on Data
  5. Predicting Hydrographs Using Distributed Models Based on Process Descriptions
  6. Hydrological Similarity, Distribution Functions and Semi-Distributed Rainfall Runoff Models
  7. Parameter Estimation and Predictive Uncertainty
  8. Models for Changing Risk
  9. Next Generation Hydrological Models
  10. Predictions in Ungauged Basins
  11. Water Sources and Residence Times in Catchments
  12. Hypotheses, Measurements and Models of Everywhere
- 

### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able to:

- Know the theory of different types of rainfall-runoff models.
- Understand the concepts that underlie different modelling approaches.
- Evaluate models and critically assess the assumptions made.

Furthermore the students should learn to:

- Present a topic, as well as to facilitate and lead a discussion about it.
- 

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Teaching and Learning Methods The module consists of a seminar with an introductory lesson given by the lecturer. The students will form groups of two people and pick a topic they will present in the consecutive lessons. The activities comprise:

- Literature study
  - Summarizing and presenting a topic
  - Guiding and facilitating a discussion on the presented topic
  - Consecutive online tests
- 

### **Medienform:**

Powerpoint  
Blackboard

---

**Literatur:**

Reading List Beven, K. J. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer. 2nd ed. Chichester, West Sussex/; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2012.

AVAILABLE as .pdf download though the TUM library (eaccess login -> search in UB catalogue)

-----

**Modulverantwortliche(r):**

Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Seminar in Rainfall-Runoff Modelling (Vorlesung, 2 SWS)

Disse M [L], Tuo Y

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54015: Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene (Exkursion in das Etsch Einzugsgebiet) | Water Management at the Catchment Scale (Field trip to the Adige River Basin) [WMCS]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>50 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The students, divided into small groups (max 3 persons), will prepare a short report (15-20 pages) about one of the 4 topics related to the field trip: management of hydropower production in Alpine catchments, climate change and the Alpine cryosphere, contaminant loads in rivers, salt water intrusion. Each group will prepare a presentation of the report (20 minutes) during the field trip at the location where that particular issue is relevant. The evaluation of the exam will be based on

- a) the capability of the students to work autonomously during the literature review related to their research topic (group grade 40 %)

- b) the quality of the written report and of the oral presentation (group grade 40%)

- c) oral exam following the oral presentation (single grade 20%) about a specific aspect of the presentation

Beside the technical skills it will be evaluated the quality, the accurateness and the style of the presentation of the results and the team-working capacity.

In this way, it will be possible to evaluate both the performance of the group and the performance of each single component as well. The relative weight of the grade depends on the required workload.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

- Hydrological and Environmental River Basin Modelling
- Integrated Water Resources Management

- Modeling and Management of Groundwater

**Inhalt:**

The field trip will be performed in collaboration with the University of Trento, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering (Prof. Bellin) and within the FP7 EU Project Globaqua ([www.globaqua-project.eu](http://www.globaqua-project.eu))

The course will focus on the following topics:

- Management of hydropower production in Alpine catchments
- Climate change and the Alpine cryosphere
- Contaminant loads in rivers
- Salt water intrusion

**Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able:

- to understand that water management is an issue to be faced at the catchment scale
- to evaluate the effects of climatic forcing on the alpine cryosphere and their effect on water management
- to evaluate the water quality of water bodies at different scales
- to analyze the effects of saltwater intrusion in the Mediterranean region
- to analyze their results in order to prepare an effective oral and written presentation

**Lehr- und Lernmethoden:**

The course will be offered as a field trip of 5 days. In this way, the student will understand through a direct experience the main issues related to water management at the basin scale. Furthermore, in order to prepare their report and the oral presentation, the students will understand the relevance of team-working. It will required an extensive literature review of the assigned topic, which will be synthetized with a discussion between the group members.

**Medienform:**

Introduction in the different issues related to water management at the catchment scale and supervision of the groups

**Literatur:**

- Scientific articles of peer review journals depending on the seminar topic
- The EU water framework directive - integrated river basin management for europe ([http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html))

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna ([gabriele.chiogna@tum.de](mailto:gabriele.chiogna@tum.de))

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Dr. Gabriele Chiogna ([gabriele.chiogna@tum.de](mailto:gabriele.chiogna@tum.de))  
Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))



Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54016: Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner Einzugsgebiete | Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments [MPAC]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam consists of a project work to be presented both in written and oral form. The written report (30-40 pages long) is a group work on the theoretical background and the application of the two presented models including preprocessing, model generation and results. The results have to be presented to the class in an oral presentation (20 minutes presentation followed by a discussion). The written report and the oral presentation are equally weighted.

Auxiliary means are not allowed.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Hydrologie und Hydromechanik

#### **Inhalt:**

- 1) Dominierende hydrologische Prozesse in voralpinen Einzugsgebieten: Niederschlagstypen, Schneeprozesse, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Flood Routing
- 2) Daten in voralpinen Einzugsgebieten: Verfügbarkeit, Qualität, Erhebung und Analyse
- 3) Unterschiedliche Modelltypen und ihre Anwendbarkeit für voralpine Einzugsgebiete
- 4) Erstellung, Parametrisierung und Kalibrierung des physikalisch basierten hydrologischen Modells WaSiM
- 5) Sensitivitätsanalysen: Meteorologische Eingangsdaten, Schneeprozesse, Abflusskonzentration

- 6) Physikalisch basierte Modellierung des Flood Routing-Prozesses mit dem 2D-hydrodynamisch-numerischen Modell HYDRO\_AS-2D
- 7) Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Landnutzung und unterschiedlicher klimatischer Bedingungen auf den Wasserhaushalt
- 8) Nachweis der Wirksamkeit unterschiedlicher Hochwasserschutzmaßnahmen mittels gekoppeltem Modellansatz

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die dominierenden Prozesse voralpiner Einzugsgebiete wie Schneeprozesse, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Flood Routing zu verstehen,
- geeignete Methoden zur Modellierung der Prozesse in voralpinen Einzugsgebieten zu verstehen,
- ein physikalisch basiertes hydrologisches Modell sowie ein 2D-hydrodynamisch-numerisches Modell anzuwenden und die Modellausgaben zu analysieren,
- die Einflüsse der besonderen Randbedingungen in voralpinen Regionen auf den Niederschlags-Abfluss-Prozess zu bewerten,
- die Wirksamkeit von Hochwasserschutzmaßnahmen unter Verwendung geeigneter Ereignis- und Landnutzungsszenarien sowie geeigneter Teilmodule und Modellbausteine zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen, Blockseminar und Übungen

### **Medienform:**

- PowerPoint-Präsentationen
- Technische Manuals

### **Literatur:**

DeWalle, D.R. & Rango, A. (2008): Principles of snow hydrology. Cambridge University Press, Cambridge and UK and New York.

Hydrotec Ingenieurgesellschaft mbH & M. Nujić (2014): Benutzerhandbuch HYDRO\_AS-2D - 2D-Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis. Aachen, November 2014

Schmocker-Fackel, P., Naef, F. & Scherrer, S. (2007). Identifying runoff processes on the plot and catchment scale, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 891 - 906. [www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/891/2007/](http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/891/2007/).

Schulla, J. (2014): Model Description WaSiM: Water balance Simulation Model. Zürich.

Warscher, M., Strasser, U., Kraller, G., Marke, T., Franz, H. & Kunstmann, H. (2013): Performance of complex snow cover descriptions in a distributed hydrological model system: A case study for the high Alpine terrain of the Berchtesgaden Alps. In: Water resources research 49 (5), pp. 2619-2637.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Process based modelling of mesoscale pre-alpine catchments (Vorlesung, 4 SWS)

Disse M [L], Chiogna G, Disse M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54017: Umweltsanierungsmassnahmen | Environmental Remediation Strategies [RMS]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students participate in a written exam of 60 minutes duration. The exam will focus on the physical and chemical processes underlying the environmental remediation strategies presented during the course and on the development of related computer models. The exam will verify that the student understand the principles to plan and carry on remediation of contaminated soils and water bodies. Furthermore, it will verify that the students understand basic concepts of environmental chemistry and pollutant transport in the environment and that the students are able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The exam will consist of open questions, multiple choice questions and mainly exercises which will require short computations. No auxiliary material is allowed during the exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in hydrology, hydrogeology and environmental chemistry (e.g., the MSc module Hydrogeological case studies)

#### Inhalt:

- General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies

- Particle facilitated transport and land management

### **Lernergebnisse:**

- At the end of the module, students are able: General introduction on fate and transport of contaminants in the environment
- Analytical and numerical modeling of reactive solute transport
- Principles of in situ chemical oxidation
- Remediation technology for the unsaturated zone
- Reactive mixing in surface water bodies
- Particle facilitated transport and land management
- to understand the basic processes controlling commonly applied environmental remediation strategies
- to apply simple analytical and numerical models to solve remediation issues.
- to predict the effectiveness of different remediation strategies

The main objective of the modeling exercises is to enable students to understand, apply and further develop models to plan, predict and carry on remediation actions. Through a series of computer exercises, the students will be familiar with MATLAB.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual), modeling exercise (individual).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. The theoretical lectures' contents are presented by the lecturer using both the blackboard and digital slides. The students will get familiar with the subject solving independently relevant practical problems. The modeling exercises will train the programming skills of the students.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation

Blackboard

### **Literatur:**

- Kitanidis, P. K. and McCarty, P.L. (2012), Delivery and mixing in the subsurface: Processes and Design Principles for in situ remediation
- Siegrist et al. (2011), In Situ chemical oxidation for groundwater remediation
- Schoor J.L. (1996), Environmental Modeling fate and transport of pollutants in water, air and soil

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Gabriele Chiogna (gabriele.chiogna@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Remediation Strategies (Vorlesung, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU54019: Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten | Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam consists of the development of a project (i.e. a numerical model with the software OWHM) to be presented in oral form (20 minutes presentation followed by a discussion). The exam will verify i) how the students understand basic concepts of water demand and supply in arid regions; ii) how the students are able to apply those concepts for the solution of realistic case studies.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundmodul Hydrologie (BSc)

Groundwater modeling (MSc)

#### **Inhalt:**

- Basics of water management in arid regions
- Introduction to MODFLOW-OWHM (One Water Hydrologic Model)
- Specific packages of OWHM and physical description of the processes
- Development of the case study
- Presenting a case study

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module, students are able:



- i) to understand the basic principles behind water management in arid regions.
- ii) to apply a physically based model to manage water resources in arid regions.
- iii) to predict water availability according to specific water management conditions.

The course will provide to the students both the theoretical as well the practical knowledge to use MODFLOW-OWHM to solve water management issues in arid regions, including irrigation.

Upon completion of the modelling and management part the students will be able to evaluate different groundwater management strategies, to create flow and transport modeling based on field measurements and to apply them to determine water availability, to understand aquifer parameters and evaluate the sustainability of water management options.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures (Power-Point-Presentation, blackboard), exercises (individual, small groups), homework (modelling exercise).

The teaching philosophy behind this module is based on the evidence that different study goals will be achieved using different approaches. While theoretical concepts and mathematical equations require an in-depth explanation, which is provided during the lectures, the understanding of a model requires hands-on learning, which will be provided during exercises and homework. During the lectures, the student will understand the theory, which is behind the model they are going to use in the exercises and homework. In this way, at the end of the module, they will be able to create their own model for the solution of flow and transport in porous media.

### **Medienform:**

Power-Point-Presentation  
Blackboard

### **Literatur:**

- Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer.

- One water hydrologic flow model: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/tm6A51>

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse ([markus.disse@tum.de](mailto:markus.disse@tum.de))

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54021: Fernerkundung in der Hydrologie | Remote Sensing in Hydrology [FEH]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination is done via a 90 minute written exam. The exam consists of 2/3 theoretical questions and 1/3 calculations. Allowed tool is a non-programmable calculator. Based on theoretical questions, the students show that they understand the principles of remote sensing in hydrology and can evaluate the different satellite products in terms of quality and can understand how to integrate remote sensing data in hydrological modelling to solve the practical limitations of point-based ground measurements. Based on short calculations the students demonstrate that they understand various mathematical procedures for estimating key hydrological components by the means of remote sensing data.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basics of hydrology, hydrological modelling and GIS

Basics of GIS software ArcGIS or QGIS

Basics of programming in Matlab and/or Python

Ability to literature review and critical thinking of scientific journal papers

#### Inhalt:

Contents for lectures:

In first two theoretical lectures, the fundamentals of hydrology and remote sensing will be explained.

Then in the following theoretical lectures, remote sensing methods for different hydrological components and the applications in case studies will be explained and presented:

- Precipitation
- Vegetation
- Evaporation
- Soil moisture
- Water level and water volume
- Groundwater
- Snow and ice

The application of remote sensing in other environmental studies such as land use and land cover classification, soil erosion and water quality will also be briefly discussed.

Contents for exercises in the computer lab

The methods for processing various remote sensing products in different formats will be taught based on a practical example in the computer lab:

- Visualization of satellite data (Landsat, MODIS, Sentinel etc.) and projection in ArcGIS
- Processing satellite precipitation TRMM data and comparison with measurements from WMO stations
- Processing vegetation index products from different satellites
- Processing satellite ET products and surface temperature products
- Processing satellite soil moisture products
- Analysis of satellite altimetry data for water level in lakes and reservoirs
- Analysis of groundwater variation from GRACE satellites
- Analysis of MODIS satellite snow cover products

### **Lernergebnisse:**

1. At the end of the module, the students are able to understand the principles of remote sensing, and how the satellite products for various hydrological components are generated.
2. Students will be able to process various satellite products in the different data formats using ArcGIS, QGIS and some programming software Matlab and Python.
3. Students will be able to evaluate the satellite products, to identify different influencing factors on the satellite data quality, and how to and how to integrate satellite products to hydrological modelling to solve practical problems.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of a lecture.

Lecture (talk, presentation, group work): The lecture provides the fundamentals of hydrology and remote sensing, mathematical remote sensing calculation methods and data formats for various hydrological components (e.g. precipitation, evaporation, water level), and applications of remote sensing in practical hydrological studies.

Exercises (talk, presentation, individual and group work, case study): Hands-on exercises will be given in the computer lab. A detailed investigation of single hydrological components as it is done in the lecture will be achieved through the practical processing of the satellite products. The application of software and programming and the data evaluation will be taught in more details.

During the exercises the students learn the satellite data processing in a more practical hands-on manner. The students are expected to learn how to download and process the satellite data. The processing procedures in ArcGIS and some programming in Matlab and Python will also be taught during the exercises. Students will receive support by student tutors and the lecturing tutor. During the exercise, some small exercises will be assigned but they will be voluntary and used only for students' self-assessment. In the end, a voluntary report can be also handed in: students can form a group with 2 or maximum 4 members to select a topic (e.g. precipitation, water level) to write a report with an approx. 20 pages.

The lectures and exercises in computer lab will be closely linked to achieve the study goals.

**Medienform:**

Lecture; PowerPoint presentations, black board, scientific papers,

Exercise: Script, Software: ArcGIS, QGIS, Excel, Matlab, Python, and Technical Manuals.

**Literatur:**

Schultz, G. A., & Engman, E. T. (Eds.). (2000). Remote sensing in hydrology and water management. Springer Science & Business Media.

Campbell, J. B. (2002). Introduction to remote sensing. CRC Press.

Davie, T. (2008). Fundamentals of hydrology. Taylor & Francis.

Gebremichael, M., & Hossain, F. (2010). Satellite rainfall applications for surface hydrology. New York: Springer.

Papers from the following journals: Remote Sensing of Environment, Water Resources Research, Journal of Hydrology, International Journal of Remote Sensing etc.

User manuals for specific satellite products. The manuals will be specified during lectures.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse (markus.disse@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54024: Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie | Uncertainty Quantification in Hydrology [UQH]

*Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The students prepare a comprehensive presentation of 60 minutes about a seminal paper related to uncertainty quantification in hydrology. The evaluation considers the quality of the presentation (clarity of the oral presentation and slides), its structure (comprehensiveness beyond the literature provided by the lecturer), capability of answering questions and clarifying both mathematical and hydrological concepts.

The oral presentation of a hydrological paper demonstrates the understanding of the student about the relevant issue of uncertainty quantification in hydrological parameter estimation and predictions. Moreover, it verifies how well the students can summarize complex mathematical and hydrological concepts and explain them to other students within a given period of time. Through short and precise answers to theoretical oral questions, the students demonstrate that they are able to understand the principles and the methods used for uncertainty quantification in hydrology.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Advanced hydrological knowledge
- Advanced statistical knowledge
- Familiarity with preparation of slides and oral presentations

**Inhalt:**

Each student will receive one scientific publication related to uncertainty quantification in hydrology to be presented during the seminar. The assigned publications could be changed every year according to the most recent and valuable scientific publications. The publications will be chosen among open access journals or journals freely accessible to students from the library.

Topics that will be discussed are:

- Model uncertainty in hydrology
- Parameter uncertainty in hydrology
- Parameter estimation
- Model inversion
- Bayesian inversion
- Latin hypercube method
- Markov Chain Monte Carlo Simulations
- Monte Carlo Simulations
- Estimation of effective model parameters
- Equifinality in hydrological models

**Lernergebnisse:**

The students at the end of the module will be able to:

- Understand and analyse the theory, the methods and the results presented in a scientific paper focusing on uncertainty quantification in hydrology
- Understand and analyse the methods inherent to uncertainty quantification in hydrology
- Evaluate autonomously the relevant literature necessary for the understating of the assigned paper in the field of uncertainty quantification in hydrology
- Create a presentation to explain an assigned topic in the field of uncertainty quantification in hydrology

**Lehr- und Lernmethoden:**

The 13 students participating to the seminar will be guided by the lecturer in the oral presentation of a scientific paper. The presentations must be prepared in electronic form by the students following the instructions provided by the lecturer. This teaching method will allow the students to achieve the four learning outcomes described above.

An open discussion involving also the other participants will be moderated by the lecturer after each presentation. This teaching method will allow the students to achieve the first three learning outcomes described above. It is required that each student will participate to the discussion taking place after each student's seminar.

**Medienform:**

Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrieb, digitale Vorlagen

**Literatur:**

The assigned publications could be changed every year according to the most recent and valuable scientific publications.

Example of papers that could be used in the seminar are:

Mattis, S. A., Butler, T. D., Dawson, C. N., Estep, D., & Vesselinov, V. V. (2015). Parameter estimation and prediction for groundwater contamination based on measure theory. *Water Resources Research*, 51(9), 7608-7629.

Kitanidis, P. K. (1986). Parameter uncertainty in estimation of spatial functions: Bayesian analysis. *Water resources research*, 22(4), 499-507.

Vrugt, J. A., Ter Braak, C. J., Clark, M. P., Hyman, J. M., & Robinson, B. A. (2008). Treatment of input uncertainty in hydrologic modeling: Doing hydrology backward with Markov chain Monte Carlo simulation. *Water Resources Research*, 44(12).

**Modulverantwortliche(r):**

Gabriele Chiogna

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Uncertainty quantification in hydrology (Seminar, 2 SWS)

Chiogna G [L], Chiogna G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU54026: Modellierung städtischer Überschwemmungen | Urban Flood Modelling [UFM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

At the end of the module, students submit a report (10-15 pages) with corresponding presentation (circa 15 min). The report is a written record and summary of the three main exercises followed during the Module, covering the setup, application and analysis of the results from three different urban flood models (sewer network model, overland flow model and dual drainage flow model). The report will verify that the students understood the basic concepts of flood modelling in urban areas and that they were able to apply those concepts for the solution of problems within a given period of time. The students will work in groups of maximum of three. The presentation is also done in groups. The presentation will verify if the students are able to present their results in a coherent manner, discuss and answer questions related to urban flood modelling.

Prüfungsart

Report (10-15 pages)

Prüfungsdauer (in Minuten)

15 min presentation +10 min discussion

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Fundamentals of Hydrology (e.g. Hydrologie Grundmodul)
- Basic Knowledge of Sewer Drainage Systems (e.g. Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul - Kanalisation)
- Basic Knowledge of Arc-Map



**Inhalt:**

Introduction: Overview of the most important urban hydrological and hydraulic processes and concepts.

Challenges in urban flood modelling, in relation to flood management and flood risk assessment.

T1. Sewer drainage model I - SWMM model setup of Maxvorstadt (computational work).

T2. Sewer drainage model II - analysis of results (computational work).

Introduction to overland flood models in urban areas.

T3. Overland flow model I – P-DWave model setup of Maxvorstadt (computational work).

T4. Overland flow model II – analysis of results (computational work).

Introduction to dual drainage models.

T5. Dual drainage flow model I - P-DWave/SWMM setup of Maxvorstadt (computational work).

T6. Dual drainage flow model II - analysis of results (computational work).

Urban flood management: Sustainable Urban Drainage System (in Munich).

Discussion/Feedback on the report.

Presentation and discussion of the report.

Wrap-up.

---

**Lernergebnisse:**

The students at the end of the module will be able to understand and analyse:

- the fundamental concepts of urban flood modelling,
- the need and usefulness of different model types
- the different types of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)

Finally, the students are able to discuss the range of applicability as well as advantages and disadvantages of different UFM for different contexts, namely, flood risk and flood management, and for different densifications of urban areas

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture with integrated computational exercises. 3 computer exercises (each split in two parts).

The exercises can be done in group. Students submit a report (10–15 pages) summarizing their results. Students will receive feedback during the lectures on their reports. Students will prepare and present their reports during the lecture period

**Medienform:**

Powerpoint, black-board, PDFs, teamwork followed by discussion

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Jorge Leandro, [jorge.leandro@tum.de](mailto:jorge.leandro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Urban Flood Modelling (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Teixeira Leandro J [L], Teixeira Leandro J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56033: Güterverkehrskonzepte / Logistik | Freight Transport Concepts / Logistics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 60minütigen Klausur erbracht. In dieser soll in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel (außer einem nicht programmierfähigen Taschenrechner) folgendes nachgewiesen werden:

- Verschiedene theoretische Problemtypen aus dem Bereich Transport werden erkannt
- Die Problemtypen können formal korrekt modelliert werden.
- Wege zu einer Lösung dieser Problemtypen können angewendet werden.

Die Antworten erfordern größtenteils eigene Formulierungen, selten das Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten. Darüber hinaus werden kurze Rechen- und Modellierungsaufgaben gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

-

#### Inhalt:

1. Einleitung Transportwirtschaft - Service-Nachfrage & Service-Angebot

2a. Die Wertschöpfungskette (Nachfrageseite)

2.1. Supply Chain Management - Produktionssicht

Versorgungskonzepte (Just-in-sequence [JIS] / Just-in time [JIT] / Lagerhaltung),

Der Bullwhip-Effect,

Firmenübergreifende Vorhersage und Planung / Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment [CPFR]

Supply-Chain-Management [SCM]

Prozessmodellierung mit SCOR2.

2.2. Handelsstrukturen (Handelssicht)

2.3. The Last Mile - (Endverbrauchersicht)

Der Einfluss von Zeitfenstern auf die Tourenplanung / Vehicle Routing Problem with Time Windows

[VRP-TW]

3. Transportnetze (Angebotsseite)

3.1. Transport Objekte (Güter und Ladungsträger)

3.2. Netzknoten (Wertschöpfung an Netzknoten)

Lagerung, Kommissionierung, Transshipment (Technische Konzepte)

3.3. Netzkanten (Transportleitung auf Netzkanten)

Transport Modi (Schiene, Straße, Luft, Fluss, Tiefsee, Pipeline)

3.4. Netzstrukturplanung

Planning Tasks, Net-Topologies, Facility Location Planning [cml-FLP]

4. Branchenbeispiele

Agrar, Lebensmittel&Getränke, Öl&Gas, KEP ...

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Modules sind die Studierenden in der Lage:

- Güterverkehrskonzepte in Hinblick auf Service-Angebot & -Nachfrage, sowie Güterverkehrsstrukturen zu verstehen
- Prinzipien der Organisation & Planung des Güterverkehrs zu kennen und verstehen.
- ausgewählte Problemstellungen der Tourenplanung und Standortplanung zu modellieren
- ausgewählte Problemstellungen algorithmisch lösen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung; eigenständiges Literaturstudium

Die Vorlesung ermöglicht einen (schnellen) ersten Einstieg in die Welt des Operations Research und gleicht die Vorkenntnisse der Studierenden an. Zum Verständnis der behandelten Themenstellungen ist ein zusätzliches und detailliertes Quellenstudium der angegebenen Fachliteratur jedoch unverzichtbar. Daher sollen die Studierenden die in der Vorlesung behandelten Themen durch selbständiges Literaturstudium vertiefen. So werden diese auch in die Lage versetzt, sich später in der betrieblichen Praxis auch Problemstellungen selbständig zu erarbeiten, die in der Vorlesung nicht explizit behandelt wurden

### **Medienform:**

überwiegend Folienpräsentation (Selbstmitschrieb notwendig)

**Literatur:**

[Brandimarte, Zotteri 2007] Introduction to Distribution Logistics; [Klaus, Feige 2008] Modellbasierte Entscheidungsunterstützung in der Logistik; [Arnold, Furmans 2005] Materialfluss in Logistiksystemen

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fritz Busch (fritz.busch@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56048: Verkehrsdaten - Erfassung und Analyse | Traffic Data Collection and Analysis [VD-E&A]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung ergibt sich aus einer schriftlichen Prüfung von 60 Minuten, in welcher nachgewiesen werden soll, dass in einer vorgegebenen Zeit Problemstellungen eigenständig erkannt werden und die zu Prüfenden in der Lage sind, ohne Hilfsmittel zu einem Lösungsweg zu gelangen. Die Prüfung besteht aus Fakten- und Verständnisfragen sowie Rechenaufgaben, die sich hauptsächlich an den Übungsaufgaben orientieren und ebenfalls ohne Hilfsmittel gelöst werden müssen. Dabei wird geprüft, ob die zu Prüfenden die verschiedenen Arten der Verkehrsdatenerfassung (lokal, stationär streckenbezogen und fahrzeugbasiert) sowie die Arten der Umfelddatenerfassung erinnern und verstehen. Darüber hinaus sind Systemvorschläge zu analysieren, auf dieser Basis zu bewerten und ggf. Alternativen zu entwickeln, die zum Teil auf praktischen Erfahrungen im Modul durch Anwenden von Messgeräten entstanden sind. Werden komplexe Rechenaufgaben abgeprüft, wird eine Formelsammlung zur Verfügung gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fortgeschrittene Kenntnisse in Verkehrstechnik und Verkehrsflusstheorie, wie sie in den folgenden Modulen an der TUM vorgestellt werden:

- Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul (BV560029)
- Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Ergänzungsmodul (BV000047)
- Modellierung und Steuerung des Verkehrsablaufs (BGU56045)

**Inhalt:**

Das Modul vermittelt theoretisches Wissen und dessen praktische Anwendung auf dem Gebiet Erfassung und Verarbeitung von Verkehrsdaten.

Im Einzelnen werden folgende Lehrinhalte vermittelt:

- Lokale und streckenbezogene Verkehrsdatenerfassung
- Umfelddatenerfassung
- Floating Car Data
- Routing und Mapmatching
- Verfahren zur Verkehrsdatenanalyse
- Durchführung von Feldmessungen (z.B. mit Kennzeichenerfassungssystemen)

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: Programme zur Erfassung von Verkehrs- und Umfelddaten zu entwickeln, Messungen durchzuführen, die Ergebnisse zu analysieren und moderne Verkehrsdetektionssysteme anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen sowie einem Seminar mit Projektarbeit. Die Inhalte der Vorlesungen werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Durch praktische Beispiele, die auch Berechnungen beinhalten, werden die theoretischen Grundlagen erläutert. In dem Seminar werden Verfahren und Messgeräte vorgestellt, die im Anschluss in einer Projektarbeit anzuwenden sind und so ein tieferes Verständnis ermöglichen.

**Medienform:**

PowerPoint, Exkursionen, Besichtigung und Anwendung von Messgeräten.

**Literatur:**

BAST (2002): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS). Bundesanstalt für Straßenwesen (HRSG), Köln, 2002.

FGSV (2001): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, 2001

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Spangler, Matthias (matthias.spangler@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU56049: Verkehrsflusssimulation | Traffic Flow Simulation [VFS]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung wird in Form einer schriftlichen Prüfung ohne Hilfsmittel mit einem Umfang von 60 Minuten am Ende des Semesters angeboten. Die Studierenden zeigen im theoretischen Teil der Prüfung (15 Minuten), dass Sie die Grundlagen der Modellierung und mikroskopischen Verkehrssimulation verstanden haben und konkrete Modelleigenschaften darstellen können. Im praktischen Teil der Prüfung (45 Minuten) wird ihre Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden, überprüft. Der praktische Teil besteht aus Aufgaben, die den Aufbau eines Szenarios in der Verkehrssimulation VISSIM umfassen. Die Studierenden weisen dabei nach, dass Sie das theoretische Wissen in einer konkreten Simulationsanwendung anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagenwissen in Verkehrsflusstheorie, z.B. Lehrveranstaltung "Modellierung des Verkehrsablaufs-Vorlesung" (LV-Nr. 240787273) und Lehrveranstaltung "Modellierung des Verkehrsablaufs-Übung" (LV-Nr. 0000003025)

#### Inhalt:

Modellierung und Simulation sind wichtige Vorgehensweisen in der Verkehrswissenschaft, um Auswirkungen Verbesserungen der Infrastruktur, neue Technologien wie autonome Fahrzeuge und viele andere Maßnahmen im Verkehrsbereich auf Verkehrseffizienz und -sicherheit frühzeitig abzuschätzen. Daher wird in dieser Vorlesung ein breiter Einblick in Themen gegeben wie Fahrverhaltensmodelle, Fahrstreifenwechsel-Modelle, Routenwahl-Modelle, Behandlung der Verkehrsnachfrage, Simulationstechniken, statistische Analysemethoden sowie verschiedene



Simulations-Werkzeuge. Den Vorlesungen folgt ein praktischer Übungsteil, in welchem die Studierenden ihr in der Vorlesung erworbenes Wissen anwenden können.

Im Einzelnen werden die folgenden Themen unterrichtet:

- Die Grundlagen der Simulation
- Entwicklung von Vissim-Netzwerken
- Fahrzeugvolumen und Routing
- Geschwindigkeitsbegrenzung
- Unsignalisierte Kontrolle mit Konfliktgebieten
- Modellierung einer signalisierten Kreuzung
- Feste Zeitsignalsteuerung
- Adaptive Signalsteuerung
- Modellierung des öffentlichen Nahverkehrs
- Modellierung von Fußgängern
- Kalibrierung und Validierung
- Durchführung von Bewertungen
- Dynamische Umlegung
- Einführung in die COM-Schnittstelle

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein breit gefächertes Verständnis für das Feld der mikroskopischen Verkehrsmodellierung und -simulation vorzuweisen. Sie können die zugrundeliegende Theorien verstehen und sind in der Lage diese in der simulationstechnischen Implementierung anwenden. Basierend auf diesem Ziel verstehen die Studierenden, welche Maßnahmen, Instrumente und Möglichkeiten zur Verfügung stehen und wie diese in der Praxis angewendet werden. Dazu gehört, dass sie Grundlagen verschiedener Fahrerverhaltensmodelle, Routenwahlmodelle sowie die Konzepte der stochastischen Simulation kennen. Zum anderen verstehen die Studierenden, in welchem Zusammenhang die Verkehrsflusstheorie mit der Modellierung und Simulation des Verkehrsflusses steht. Abschließend können die Studierenden selbständig die gelernte Theorie und praktischen Fähigkeiten in eigene Simulationsszenarien umsetzen und die damit entwickelten Verkehrsnetze mit Methoden aus der Fachwelt analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und praktischen Übungen auf Basis von Tutorien, in denen die praktische Anwendung der mikroskopischen Verkehrssimulation geübt wird.

### **Medienform:**

Präsentationen, Tutorials, Mikroskopische Verkehrssimulationen

### **Literatur:**

BARCELO, J. [2010]: Fundamentals of traffic simulation, Bd. 145 von International Series in Operations Research Management Science, Springer, New York [u.a.].

BUNGARTZ, H.-J. [2009]: Modellbildung und Simulation: Eine anwendungsorientierte Einführung, eXamen.press, Springer, Berlin [u.a.]. FELLENDORF, M. und VORTISCH, P. [2001]: Validation of the microscopic traffic flow model VISSIM in different real-world situations, National Research Council (US). Transportation Research Board. Meeting (80th: 2001: Washington, DC). Preprint CD-ROM.

FGSV [2006]: Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation: Grundlagen und Anwendung, Bd. 388 von FGSV, 2006 Au., FGSV-Verlag, Köln.

WIEDEMANN, R. [1974]: Simulation des Straßenverkehrsflusses, Bd. 8 von Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Univ., Inst. für Verkehrswesen, Karlsruhe.

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Kaths, Heather

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU60015: Zuverlässigkeit von Systemen | Reliability for Engineering Systems

*Zuverlässigkeit von Systemen*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                       |                              |                                          |                                      |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b>   | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3 | <b>Gesamtstunden:</b><br>120 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>80 | <b>Präsenzstunden:</b><br>40         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der mündlichen Prüfung sollten die Studierenden in der Lage sein, die Inhalte des Kurses und wichtige Theorien zu reflektieren und zu reproduzieren. In der Einzelprüfung wird den Studierenden eine Problemstellung zur Hand gegeben, die an den Vorlesungsinhalten orientiert ist sowie an den optionalen Hausaufgaben und Übungsaufgaben während des Semesters. Die Studierenden sollen die Aufgabe bearbeiten und einen Lösungsweg skizzieren (15 Minuten Zeit). Anschließend werden sie den Lösungsweg vorstellen und iterative Fragerunden beantworten müssen. Die mündliche Prüfung ermöglicht es dem Professor und Assistenten auf die individuellen Studierenden einzugehen, um deren Kompetenzen realistisch einschätzen zu können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Risiko Analyse 1

#### Inhalt:

1. Einführung und Review der Kursvoraussetzungen
2. Binäre Systemmodelle
3. Fehlerbaumanalyse und Ereignisbaumanalyse
4. Abhängige Versagensereignisse
5. Physikalische Systemmodelle
6. Sampling basierte Systemzuverlässigkeit

## 7. Leistungs- und Sensitivitätsmaße

### **Lernergebnisse:**

Dieser Kurs befähigt die Studierenden die Zuverlässigkeit von Infrastruktur-, Technik- und Umweltsystemen zu analysieren. Folgende Lernergebnisse werden erzielt:

- Auswählen von probaten Systemmodellen zur Zuverlässigkeitsanalyse
- Anwenden von etablierten Methoden zur Systemzuverlässigkeit- und Risikoanalyse, wie z.B. Fehlerbaum- und Ereignisbaumanalyse
- Modellieren von komplexen System des Ingenieurwesens mittels auf Sampling basierten Methoden
- Modellieren des Effekts von untereinander abhängigen Systemkomponenten
- Identifikation von wichtigen Komponenten und Fehlerzuständen in Systemen
- Implementieren von Methoden in Softwaretools, z.B. Matlab

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen (Tafelanschriften und Präsentationsfolien), einschließlich Anwendungsbeispiele und Übungsaufgaben aus den Feldern Bau-, Umwelt-, Struktur- und Verkehrsingenieurwesen zur Förderung des Verständnisses.

### **Medienform:**

- Vorlesungen unterstützt durch Tafelanschrift und Folien
- Vorlesungsunterlagen (PDF) mit Theorie und Beispielen
- Optionale Hausaufgaben

### **Literatur:**

Bedford, T., and Cooke, R. (2001). Probabilistic risk analysis: foundations and methods, Cambridge University Press.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Daniel Straub [straub@tum.de](mailto:straub@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Daniel Straub

[straub@tum.de](mailto:straub@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU62039: Fallstudien nachhaltiger Quartiers-, Stadt- und Infrastrukturentwicklungen | Case Studies of Sustainable Urban Developments and Infrastructure [FNQSI]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung wird durch die Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit in Form eines Essays (etwa 5-7 Seiten) erbracht. Dieses wird in Gruppen von 2-3 Student\*Innen erarbeitet.

Zum Ende des Semesters werden die Ergebnisse in einem benoteten Kurzvortrag präsentiert und abschließend besprochen.

Die Student\*Innen stellen jeweils die Arbeit einer anderen Gruppe vor und moderieren die anschließende Diskussion.

Dabei soll nachgewiesen werden, dass die Student\*Innen sowohl die wesentlichen Aspekte, wie eine nachhaltigen Quartiers-, Stadt- und Infrastrukturentwicklung an der behandelten Fallstudie umgesetzt wurde, verstanden haben und kritisch reflektieren können wie auch in angemessener Form präsentieren können.

Die Gesamtnote des Moduls setzt sich aus dem Essay (70%) sowie dem Kurzvortrag (30%) zusammen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die Inhalte der Module

BV620007 Grundlagen des nachhaltigen Bauens

BV000029 Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul

## BV000031 Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft Grundmodul

sollten den Student\*Innen geläufig sein.

### **Inhalt:**

In diesem Modul werden die Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen und ingenieurwissenschaftlichen sowie architektonischen Konzepten und den hiermit in Verbindung stehenden Energie-, Stoff- und Verkehrsströmen aufgezeigt und vor allem deren Umsetzung genauer behandelt.

Einzelne Projekte im Bereich Hoch- und Tiefbau sowie Infrastruktursysteme und Siedlungsquartiere werden genauer betrachtet und analysiert. Die Umsetzung dieser Projekte unter Berücksichtigung des Standortes, der sozialen und gesellschaftlichen Aspekte sowie die Einbindung der energetischen und politischen Fragestellungen werden anhand von Fallstudien praxisnah untersucht. Der Neubau ebenso wie Vorhaben der Sanierung, Projekte im Bereich Plusenergiehaus, Null-Emissionsquartiere werden herangezogen.

Hierbei wird auf die Kriterien der Nachhaltigkeit exemplarisch in den Phasen Planung, Bau, Betrieb und Rückbau eingegangen, um in einer aktiven Auseinandersetzung zukünftig Gebäude, Strukturen, Systeme und Entwicklungen bewerten zu können.

### **Lernergebnisse:**

Nach dem Besuch des Moduls sind die Student\*Innen in der Lage:

- die Kriterien für Nachhaltigkeit anhand von beispielhaften Projekten anzuwenden sowie deren Beeinflussung und Wechselwirkungen bei den mitspielenden Parameter zu verstehen.
- nachhaltige Entwicklungen in Städten und Quartieren sowie von Tief- und Hochbauten unter räumlichen, strukturellen, materiellen, kulturellen und gesellschaftlichen Aspekten zu verstehen.
- die verschiedenen Subsysteme wie Infrastruktur, Gebäudebestand, Neubau, städtebauliche Rahmenbedingungen, Energieversorgung, Verkehr, Mobilität, Wasser, Müll, Nahrung, Bildung, soziale Struktur, Ressourcen/ Kreisläufe auf Quartiersebene, Mikroklima, Lebensqualität, Gesellschaftsstrukturen, Nutzungsstrukturen, Wirtschaftsstrukturen zu bewerten.
- Konzepte der aktiven und passiven Gebäudetechnik sowie intelligente Gebäudehüllen und Systeme der Gebäudesteuerung zu verstehen.
- Faktoren wie Komfort, Klima, Energieverbrauch, Endlichkeit der Ressourcen und CO<sub>2</sub> Ausstoß und deren gegenseitige Beeinflussung zu verstehen.
- szenarische Analysen und Beispiele zu verstehen und diese auf andere Objekte mit eigenen Lösungsvorschlägen anzuwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul setzt sich aus einer Vorlesungsreihe sowie einem Seminar zusammen.

Ergänzend zu den Dozent\*Innen sind externe Expert\*Innen aus Wissenschaft und Praxis in die Vorlesungsreihe eingebunden. Die verschiedenen Akteur\*Innen der Stadtentwicklung vermitteln

den Student\*Innen praxisnah Einblicke in die unterschiedlichen Subsysteme der Stadt und stehen für Diskussionen zur Verfügung.

Im Seminar werden die in der Vorlesung vermittelten Inhalte durch interaktive Formate wie Workshops, Diskussionen, studentische Präsentationen und Gruppenbetreuungen sowie eine mehrtägige Exkursion zur aktuellen Fallstudie weiter vertieft.

Die Teilnehmer\*Innen des Moduls suchen sich zu Beginn des Semesters jeweils ein Thema/Objekt aus den Lehrinhalten aus. Die möglichen Schwerpunkte beziehen sich auf die Fallstudie des aktuellen Semesters. Diese sind einem der übergeordneten Themenfeldern der Stadt wie beispielsweise Materialströme, Mobilität, Quartiere oder Gebäude zugeordnet.

Während des Semesters wird das gewählte Thema/Objekt von den Student\*Innen intensiv untersucht, ggf. vor Ort besichtigt sowie vorgestellt. Die Erarbeitung findet in kleinen Gruppen von jeweils 2-3 Student\*Innen statt.

Zusätzlich werden durch begleitende Workshops einzelne Inhalte und Methoden weiter vertieft. Die Zwischenpräsentationen, im Verlaufe der Erarbeitung des Essays, dienen der Übung.

Die Student\*Innen gestalten aktiv die Exkursionskomponenten mit und erarbeiten hierzu teils eigenständige Konzepte und Strategien.

Gegen Ende des Semesters wird das Ergebnis als schriftliche Ausarbeitung (Essay mit 5-7 Seiten zzgl. Grafiken, Bilder, Anhänge etc.) abgegeben.

Anschließend wird es in Form eines Kurzvortrags vorgestellt und gemeinsam diskutiert. In der Regel stellen die Student\*Innen jeweils die Arbeit einer anderen Gruppe vor

### **Medienform:**

Folien, Skriptum (wird erarbeitet aus den jeweiligen Vorlesungsschwerpunkten des Semesters), Poster, Beamerpräsentationen.

Exkursionen und Besichtigung der in den Fallstudien besprochenen Objekte mit unterstützenden Gastvorträgen und Führungen vor Ort.

### **Literatur:**

Bott, H., Grassl, G. C., & Anders, S. (2018). Nachhaltige Stadtplanung: lebendige Quartiere, Smart Cities, Resilienz

(2. Aufl., überarbeitet und aktualisiert). München: Detail.

Ekardt, F. (2016). Theorie der Nachhaltigkeit: Ethische, rechtliche, politische und transformative Zugänge - am

Beispiel von Klimawandel, Ressourcenknappheit und Welthandel (2. Aufl., vollständig überarbeitet und aktualisiert).

Baden-Baden: Nomos.

Friedman, T. L. (2009). Hot, flat, and crowded: Why we need a green revolution--and how it can renew America

(Release 2.0, updated and expanded ; 1st Picador ed.). New York: Picador/Farrar, Straus and Giroux.

Heck, H.-D., & Meadows, D. L. (1972). Dennis Meadows [u.a.] Die Grenzen des Wachstums (The limits to growth, dt.).

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to cradle: Remaking the way we make things (First edition). New York: North Point Press.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., & Randers, J. (1992). [Hauptband] (6. Aufl.). Die neuen Grenzen des Wachstums: die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen / Donella H. Meadows: A. Stuttgart: Dt. Verl.-Anst.

Zusätzlich wird zu Semesterbeginn jeweils eine ergänzende fallstudienspezifische Literaturliste auf Moodle zur Verfügung gestellt.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU62041: Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - für Umweltingenieurwesen | Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning - for Environmental Engineering**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Klausur (60 Min) und wissenschaftliche Ausarbeitung, die Gewichtung in der Modulnote ist 1:1

Anhand von Verständnisfragen in einer schriftlichen Klausur (60 Minuten) wird überprüft, inwiefern die Studierenden die allgemeinen Nachhaltigkeitskriterien (wie z.B. Siedlungsdichte, Siedlungsstruktur) in Ihre Gänze wiedergeben können und stadtplanerische Aspekte (wie z.B. Funktionstrennung und Funktionsmischung im Hinblick auf die Qualität und Quantität der Verkehrsbewegungen) sowie den Einsatz von Grün in der Stadt erklären können. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Ausarbeitung sollen die Studierenden anhand von Fallbeispielen nachweisen, dass sie die nachhaltigen Strategien für den Umgang mit vorhandener Bausubstanz verstehen und die ressourcenschonende Erweiterung vorhandener Stadtstrukturen sowie das Planen von neuen Siedlungen und dem hieraus resultierenden Verbrauch von Ressourcen (wie z.B. Energie, Luft, und Wasser) kritisch analysieren und bewerten und in einem Gesamtkonzept anwenden können. Die Ergebnisse der schriftlichen Ausarbeitung werden in einem Kurzvortrag vorgestellt.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Entwurf und Planung auf Stadt- oder Gebäudeebene; Kenntnisse aus einem der Bereiche Bauphysik, Gebäudetechnik, Verkehrsplanung, Energietechnik, Abfall- oder Wasserwirtschaft sind wünschenswert.

### **Inhalt:**

Das Modul besteht aus einer Ringvorlesung und einem auf die Vorlesungsinhalte ausgerichteten Seminar. In dem Modul werden die wesentlichen Ansätze nachhaltiger Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung vorgestellt sowie die Schnittstellen und Wechselwirkungen der Themenbereiche innerhalb des Gesamtsystems analysiert und bewertet.

In der Vorlesung vermitteln Fachexperten zu den Bereichen Landschaftsarchitektur/öffentlicher Raum, Wechselwirkungen von Raum- und Verkehrsplanung, Nachhaltiger Städtebau, Erreichbarkeit als Grundlage zur Gestaltung nachhaltiger Mobilität, Elektromobilität, Regenerative Energiesysteme/Energiewirtschaft, Bauphysik/Energieeffizientes Bauen, Energieverwendung, Ressourcenschonendes Bauen, Baustoffe und Material, Bautechnik und Life Cycle Engineering, Behaglichkeit und Lastmanagement, Immobilienentwicklung und Wertermittlung sowie Digitale Werkzeuge der frühen Entwurfsplanung die Grundlagen der Planung.

Im Seminar werden die einzelnen Themenbereiche aufgegriffen und vertieft untersucht. Es werden Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen, architektonischen und fachspezifischen Konzepten vermittelt und die damit in Verbindung stehenden Energie-, Stoff- und Verkehrsströme aufgezeigt.

Ausgehend von der kulturhistorischen Einordnung und der geschichtlichen Entwicklung der Nachhaltigkeit werden Lösungsansätze zur Berücksichtigung ingenieurtechnischer Gesichtspunkte im Hinblick auf ein nachhaltiges Planen und Handeln untersucht und entwickelt. Dies erfolgt anhand von Beispielen themenbezogen, teilweise auch selbstständig. Es wird ein Überblick über das systemische Zusammenwirken der einzelnen Planungskomponenten erarbeitet, auf dessen Grundlage die Auswirkungen von Entscheidungen der einzelnen Planungsbeteiligten auf das Gesamtsystem der Planung verdeutlicht werden.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- allgemeine Nachhaltigkeitskriterien wie Siedlungsdichte, Siedlungsstruktur und dem hieraus resultierenden Verbrauch von Ressourcen wie Energie, Luft, und Wasser zu analysieren
- räumliche, strukturelle, materielle, kulturelle und gesellschaftliche Aspekte in ihrer sektorenübergreifenden Wirkung zu verstehen
- anhand von Fallbeispielen solche Wirkungen methodisch zu analysieren und getroffene Planungsentscheidungen zu bewerten
- Systemzusammenhänge zu quantifizieren und zu interpretieren
- Fragen der Mobilität im Hinblick auf Individualverkehr und öffentlichem Nahverkehr sowie alternative Verkehrskonzepte im Hinblick auf das Potenzial einer energie- und ressourcenschonenden Planung zu verstehen
- stadtplanerische Aspekte wie Funktionstrennung und Funktionsmischung im Hinblick auf die Qualität und Quantität der Verkehrsbewegungen sowie der Einsatz von Grün als Element zur Steuerung von Komfort und Stadtraumqualität und dessen Bedeutung für das soziale Leben und die Lebensqualität in der Stadt darzustellen

- nachhaltige Strategien für den Umgang mit vorhandener Bausubstanz (Rückbau), die ressourcenschonende Erweiterung vorhandener Stadtstrukturen sowie das Planen von neuen Siedlungen zu verstehen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrform ist eine Vorlesung mit begleitendem Seminar.

In der Vorlesung werden die Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen und architektonischen Entwurfskonzepten und den hiermit in Verbindung stehenden Energie-, Stoff- und Verkehrsströmen aufgezeigt sowie deren Bedeutung für das Schaffen von Stadtraum- und Lebensqualität dargestellt. Es werden die Grundlagen der Planung sowie Lösungsansätze von Fachexperten gelehrt, die zeigen, wie sich Planungsaufgaben unter Berücksichtigung architektonischer und städtebaulicher Gesichtspunkte im Hinblick auf ein nachhaltiges Handeln lösen lassen. Unterstützend zur Vorlesung werden innerhalb des Seminars die Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen/architektonischen Entwurfskonzepten und den Grundlagen des nachhaltigen Planen und Bauens vertieft. In theoretischer Auseinandersetzung mit den in der Vorlesung dargestellten Themen wird deren Wirkung innerhalb des Gesamtsystems sowie ein Gesamtbild des thematischen Zusammenwirkens erarbeitet. Anhand von Beispielen werden die Auswirkungen von Planungsentscheidungen unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit teilweise auch selbstständig analysiert und ihre Wirkung im Gesamtzusammenhang quantifiziert.

### **Medienform:**

Folien, Beamerpräsentation, Literatur, Computerberechnungen

### **Literatur:**

Eine aktuelle Literaturliste zu den Semesterthemen liegt jeweils am Semesteranfang am Lehrstuhl aus und steht zum Download auf der Website zur Verfügung.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - Vorlesung (Vorlesung, 2 SWS)

Lang W [L], Hernández Chamorro A, Lang W, Reitberger R, Schade C, Schwering K

Nachhaltige Gebäudeplanung im urbanen Kontext (Seminar, 2 SWS)

Lang W [L], Hernández Chamorro A, Lang W, Schwering K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU62043: Aspects of Sustainable Urbanism | Aspects of Sustainable Urbanism

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

written/drawn, cumulative exercises: The Module consists of two parts (A+B) and will be credited with 6 ECTS when both parts are passed successfully.

Part A (40%, individual work): Lecture series and accompanying workshop. Completion of one assignment, that will be developed (from various disciplinary perspectives of sustainable urban design) during workshop sessions and presented in the final session. The assignment will require students to investigate and discuss the presented topics within the particular context of a city. Attendance at the lecture and workshop sessions is mandatory.

Part B (60%, group work): Individual reflection of lecture content, workshop results and reading in a short text and graphic summary as a poster and presentation.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

No previous knowledge in the field is required.

#### Inhalt:

The module provides systemic insight into basic principles of Urban Planning and Design, Urban (Re-)Development, based on key principles Sustainable Urbanism. Focal aspects are (amongst others): – the perception and exploration of key challenges of transformation, techniques of problem identification and conceptualization of resolution strategies in the urban realm, – application of exemplary morphologic and physiologic indicators of urban structure, as well as – the illustration of urban regenerations processes in best practise urban projects. The module

confronts the student with a repertoire of possibilities to integrate complex spatial, aesthetic, social, cultural, ecological and sustainable qualities into contemporary living environments. Physical encounters with the city (on-site workshops) are featured for studying important urban settings and city phenomena in real life.

**Lernergebnisse:**

After attending the lecture and completing the exercises, the students are able to recognize and understand current patterns of transformation of contemporary urban and suburban structures including connections between ecological, societal and economic factors. Based on the presentation of examples, students can reflect and understand basic ideas and approaches towards more sustainable living environments. Workshop sessions provide insight into the application of basic instruments of urban design and sustainable urban development and enable students to make connections with the focus of their major field of study and its toolsets.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture series that feeds into a practice seminar: Basic urban design topics are introduced by lecture to then be individually applied in the workshop researching actual plots.

**Medienform:**

keynote, exercise sheets, sketching paper

**Literatur:**

Jane Jacobs. The death and life of great American cities. 1961.

Jan Gehl. Cities for people. 2010.

David Grahame Shayne. Recombinant Urbanism. 2005.

**Modulverantwortliche(r):**

Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Aspects of Sustainable Urbanism (Vorlesung, 2 SWS)

Lang W [L], Brasche J, Linke S, Schade C, Schwering K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU62052: Erneuerbare Energieversorgung von Gebäuden | Renewable Energy Supply in Buildings

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (Dauer: 90 min.), in der die Studierenden unterschiedliche Theorien und Befunde der regenerativen Energieversorgung von Gebäuden ohne Hilfsmittel bewerten und anwenden sowie eigene Konzepte entwickeln sollen. Das Beantworten der Fragen erfordert teils eigene Formulierungen und teils eigenständige Berechnungen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

es sind keine Voraussetzungen erforderlich

#### Inhalt:

Vermittelt werden die Zusammenhänge des Gebäudeentwurfs mit der Raumkonditionierung und den dazu benötigten Systemen. Dabei werden Stellschrauben des energieeffizienten und nachhaltigen Planens und Bauens vermittelt und an Projektbeispielen erläutert.

Die Inhalte der Vorlesung Erneuerbare Energieversorgung von Gebäuden sind:

- Einleitung: Zusammengehörigkeit von Energieeffizienz – Energieeinsparung - Erneuerbare Energien
- Erneuerbare-Energien-Gesetz, Energieeinsparungsgesetz, Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
- Prinzipien und Strategien der Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden mit erneuerbaren Energien. Themen u.a.: Potenziale und typische Kombinationen mehrerer erneuerbarer Energien für Gebäudeversorgung; ökologische und ökonomische Bewertung der Systeme

- Beispiele anhand verschiedener Gebäudekonzepte (z.B. Plus-Energie-Gebäude)
- Nah- und Fernwärmeversorgung: Mögliche Strategien der Nutzung erneuerbarer Energieträger; Grenzen von dezentraler Energieversorgung

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Zusammenhänge zwischen den Ausführungen der Gebäudehülle, dem Raumklima und den nötigen Behaglichkeitsanforderungen zu benennen und anzuwenden
- die nötigen Raumkonditionierungssysteme und Techniken zu bestimmen
- Inhalte des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und des Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetzes anwenden zu können
- Zusammenhänge von der Energieerzeugung bis zur Gebäudeversorgung darstellen zu können
- Typische Versorgungskonzepte für Gebäude mit erneuerbaren Energien inkl. Grundlagen zur ökologischen und ökonomischen Bewertung zu planen
- Grundlagen zur Auslegung von Nahwärmenetzen zu verstehen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung (Vorträge, Präsentation und Tafelarbeit, Experimente zu lichttechnischen Größen werden vorgestellt, Exkursionen sind vorgesehen). In der Vorlesung werden den Studierenden alle notwendigen Grundlagen der erneuerbaren Energieversorgung von Gebäuden detailliert vermittelt. Ein praxisnaher, aktueller Überblick über Grundlagen, Vorschriften, Begriffe und Anlagensysteme sowie überschlägige Angaben über Werkstoffe, Anordnung, Platzbedarf und Bemessung haustechnischer Anlagen und Einrichtungen wird vorgestellt. Die wichtigsten Anlagenkonzepte und -komponenten und deren funktionsweisen werden ausführlich erarbeitet. Dabei wird auch der Stand der Entwicklung von Zukunftstechnologien wie Photovoltaik, Wärmepumpen oder der solaren Klimatisierung dokumentiert.

### **Medienform:**

Beamerpräsentationen, Filme, Unterlagen, Übungen, Tests

### **Literatur:**

Sterner, Michael ; Stadler, Ingo: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. 2. Aufl.. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2017.

Bernhard Lenz: Nachhaltige Gebäudetechnik : Grundlagen - Systeme - Konzepte. Berlin: Walter de Gruyter, 2012.

Pistohl, Wolfram ; Rechenauer, Christian ; Scheuerer, Birgit: Handbuch der Gebäudetechnik : Planungsgrundlagen und Beispiele. 1. Allgemeines, Sanitär, Elektro, Gas. 8. Aufl.. München, Unterschleißheim: Werner, 2013.

Pistohl, Wolfram ; Scheuerer, Frank ; Rechenauer, Christian: Handbuch der Gebäudetechnik : Planungsgrundlagen und Beispiele. 2. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. 8. Aufl.. München, Unterschleißheim: Werner, 2013.

**Modulverantwortliche(r):**

Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU62053: Nachhaltige Lichttechnik | Sustainable Lighting

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Die Klausur erstreckt sich über eine Prüfungszeit von 90 min. Es sind keine Hilfsmittel mit Ausnahme eines Taschenrechners erlaubt. Die Studierenden müssen unterschiedliche Theorien und Befunde der nachhaltigen Lichttechnik ohne Hilfsmittel bewerten und anwenden sowie eigene Konzepte entwickeln

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Es werden die Grundlagen der physiologischen und psychologischen Wahrnehmung von Licht gelehrt (Lichtfarbe, Farbwiedergabe, direkte und indirekte Wirkungen von Licht). Darüber hinaus werden die photometrischen Gesetze sowie die Größen und Einheiten der Lichttechnik vermittelt. Die Thematik der nachhaltigen Lichttechnik steht dabei stets im Vordergrund. Tageslichtabhängige Planung sowie die Grundlagen der Lampen- und Leuchtentechnik werden ebenso vermittelt wie die Grundlagen zur Bewertung von Simulationstools. (z.B. DIALux)

#### Lernergebnisse:

Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung in der Lage - lichttechnischen Grundlagen von den Grundzügen der Photometrie, dem Wahrnehmungsapparat Auge über die Kunstlichttechnik (Lampen, Leuchten, Betriebsgeräte) bis zur Tageslichttechnik zu verstehen

- Die Tageslichttechnik mit Fragen der Innenraum- und Fassadengestaltung sowie der Integration künstlicher Beleuchtungssysteme anzuwenden
  - die Grundlagen der Planung künstlicher Beleuchtungsanlagen und der natürlichen Beleuchtung zu verstehen
  - Berechnungsverfahren (Lichts simulationsverfahren für Kunst- und Tageslicht) und Bewertungsverfahren (Blendung und Energie) anzuwenden.
  - Grundkenntnisse in der Funktion des Auges sowie Auswirkungen auf Sehleistung und Wahrnehmung zu verstehen
  - Grundlagen zum Thema Licht und Umwelt: Energie, Nachhaltigkeit, EU Richtlinien zu verstehen
  - Werkzeuge, lichttechnische Größen, Materialien zur Beleuchtung zu analysieren.
- Die Studierenden sind fähig den Zusammenhang und das Spannungsfeld zwischen Mensch, Licht und Raum wahrzunehmen und zu deuten. Sie kennen die lichttechnischen Grundbegriffe und deren Anwendung.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung (Vorträge, Präsentation und Tafelarbeit, Experimente zu lichttechnischen Größen werden vorgestellt, Exkursionen sind vorgesehen). In der Vorlesung werden den Studierenden alle notwendigen Grundlagen der Lichttechnik detailliert vermittelt. Die Auswirkungen auf den menschlichen Organismus werden vorgestellt und die daraus resultierenden Folgen auf das Bauwesen abgeleitet

### **Medienform:**

Vorlesungsfolien, Powerpoint-Präsentation, Demonstration, Bearbeitung Fallstudie mit Software, Rechnergestützte Präsentation für den Vortrag, Vorlesungsskript, Experimente zu lichttechnischen Größen

### **Literatur:**

Gall, Dietrich: Grundlagen der Lichttechnik : Kompendium. 2. überarb.. München: Pflaum, 2007.  
Ulmann, Philippe P.: Licht und Beleuchtung : Handbuch und Planungshilfe. Berlin: DOM publishers, 2015.  
Hentschel, Hans J: Licht und Beleuchtung : Theorie und Praxis der Lichttechnik. 4. Aufl.. Heidelberg: Hüthig, 1994.

### **Modulverantwortliche(r):**

Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Nachhaltige Lichttechnik (Vorlesung, 4 SWS)

Lang W [L], Kleeberger M, Schwering K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU62059: Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen | Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung besteht aus einer wissenschaftlichen Ausarbeitung inklusive einer kurzen Präsentation.

In der wiss. Ausarbeitung, (Umfang 30-40 Seiten) zeigen die Studierenden, ob sie in der Lage sind, eine konkrete Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) auf ein bestehendes oder geplantes Gebäude wissenschaftlich korrekt wiedergeben zu können. Die Ausarbeitung zielt darauf ab zu prüfen, inwiefern eine wiss. Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung unter den Gesichtspunkten der Anwendung zielführender wissenschaftlicher Methoden erfolgt. Die dabei geforderte konkrete Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) auf ein Gebäude basiert auf einem Beispielprojekt.

In einer kurzen Präsentationen (ca. 10 Min.) zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, die Sachverhalte rethorisch wiedergeben zu können, und sich in einem Dialog mit dem Publikum über das Thema auseinander zu setzen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die erfolgreiche Teilnahme an dem Modul Ökobilanzierung BV360009

#### **Inhalt:**

Der Inhalt zum Modul Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) besteht aus:

- Vermittlung der Grundlagen einer Gebäude LCA
- Vermittlung von Softwarekenntnissen zur Durchführung einer LCA
- Berechnung und Auswertung von Energie und CO2 Bilanzen auf Material und Bauteilebene
- Ermittlung von Potentialen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen
- Studierende bearbeiten eigenständig ein gegebenes Projekt
- Vorstellung der erarbeiteten Ergebnisse im Rahmen eines Vortrags und Ausarbeitung einer Seminararbeit

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Modul in der Lage:

- Fundiertes Grundlagenverständnis über die Ökobilanzierung wiedergeben
- Ökobilanz-Ergebnisse adäquat zu bewerten.
- Energie- und CO2-Bilanzen zu analysieren.
- Die wichtigsten ökologischen Stellschrauben an einem Gebäude zu verstehen zu bewerten.
- Berechnungen in einer Ökobilanz-Software (eLCA) auf konkrete Gebäude anzuwenden.
- bestehende Gebäudestrukturen hinsichtlich der verwendeten Bauteile und Materialien über alle Lebenszyklusphasen zu analysieren und Optimierungsvorschläge zu erarbeiten
- Empfehlungen für ökologische Optimierungen eines Gebäudeentwurfs unter Berücksichtigung aller Lebenszyklusphasen zu entwickeln.
- eine Lebenszyklusanalyse auf ein Gebäude wissenschaftlich korrekt wiedergeben.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar. In dem Seminar finden vereinzelt Input Vorträge statt, um den Studierenden notwendige Grundlagen über die Ökobilanz und einer Lebenszyklusbetrachtung zu vermitteln. Basierend auf den Vorträgen findet im Seminar die Anwendung dieses Wissens an einem konkreten Beispielprojekt statt. Die Studierenden bearbeiten die Aufgabenstellung in Gruppenarbeit und werden durch den Lehrenden betreut (Gruppenarbeit, Seminar). Die Teilnehmer entwickeln nachhaltige Bauteile und identifizieren die damit einhergehenden Auswirkungen auf das Gebäude und die Umwelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Anwendung einer Lebenszyklusbetrachtung am konkreten Gebäude und dem Verständnis der wichtigsten Stellschrauben. Dabei ist es besonders wichtig, ökologische Fragestellungen in frühen Planungsphasen projektspezifisch zu erarbeiten und zu beantworten.

### **Medienform:**

Power Point, eLCA

### **Literatur:**

DIN, ENISO. 14044: 2006-10 Umweltmanagement–Ökobilanz–Anforderungen und Anleitungen. DIN Deutsches Institut für Normung eV Berlin: Beuth Verlag, 2006. DIN, ENISO. 14040: Umweltmanagement–Ökobilanz–Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung der EN ISO, 1997, 14040. Jg., Nr. 1997, S. 16. KÖNIG, Holger, et al. Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2009.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU63013: Mauerwerksbau | Masonry Design [MB AK]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis setzt sich aus zwei Teilen zusammen, aus denen sich die Gesamtnote für das Modul ergibt. Der erste Teil wird durch die Abgabe von eine mehrteilige Studienarbeit über den Verlauf des Semesters erbracht (30 % der Gesamtnote). Der zweite Teil erfolgt durch eine schriftliche 90-minütige Klausur (70 % der Gesamtnote).

Mit Hilfe dieser beiden Teile soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden in der Lage sind, die grundlegenden Konzepte zur Bemessung von Mauerwerk wiedergeben können sowie die EC 6 Richtlinien um Lösungen in Form von durchzurechnenden Aufgaben zur Bemessung von Mauerwerksbauteilen verwenden können.

Im Rahmen der Klausur wird in begrenzter Zeit überprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegenden Konzepte zur Untersuchung und Bemessung von Mauerwerksbauteilen komprimiert wiedergeben und der zugehörigen Nachweisen nach der EC 6 Richtlinien anwenden können. Hierzu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und Lösungswege aufgezeigt und umgesetzt werden. Die Klausur besteht aus allgemeinen Fragen, deren Antworten von den Studierenden selbst formuliert werden müssen sowie aus Rechenaufgaben zu den behandelten Themengebieten, deren Antworten von den Studierenden Lösungswege aufgezeigt und umgesetzt werden müssen. In der Klausur werden alle benötigte Hilfsmittel bereitgestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Es wird empfohlen, dass mindestens die Module:

- Modul BV000018: Massivbau Grundmodul
- Modul BV000033: Massivbau Ergänzungsmodul

- Modul BV000001: Technische Mechanik 1
  - Modul BV000004: Technische Mechanik 2
  - Modul BGU32018: Statik 1
  - Modul BGU32019: Statik 2
  - Modul BV000032: Statik Ergänzungsmodul
- der Fakultät BGU der TUM erfolgreich abgelegt wurden.

### **Inhalt:**

Wesentliche Lehrinhalte:

Erweiterte Grundlagen im Mauerwerksbau

- Rechtliche Grundlagen, Normen (EC 6)
- Materialverhalten, Tragmechanismen
- Sicherheitskonzept, Bemessungs Grundlagen
- Entwerfen und Berechnen von Ingenieurmauerwerk
- Bewehrtes Mauerwerk, Mauertafeln, Gewölbe
- Nachrechnen historischer Bauten
- Verhalten bei Sonderlastfällen

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Bemessung von Mauerwerksbauten mit dem gültigen Teilsicherheitskonzept nach DIN EN 1996 anzuwenden. Darüber hinaus können sie die Besonderheiten bei der Bemessung von Natursteinmauerwerk sowie die konstruktiven Anforderungen an die Baustoffauswahl und die Ausführung hinsichtlich der Rissesicherheit analysieren. Die Studierenden können die Tragwirkungen von Gewölbekonstruktionen und bewehrtem Mauerwerk ermitteln sowie die Anforderungen und Besonderheiten bei der Konstruktion von Mauerwerksbauten in Erdbebengebieten bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In der Veranstaltung werden die wesentlichen Lehrinhalte grundsätzlich in Form einer on-line Präsentation (in Moodle) vermittelt. In die Vorlesungs/Übungszeit werden die Präsentationsinhalte diskutiert und mit Unterstützung von der Dozent/-in und rechnerische Aufgaben angewendet. Hilfsmittel für ein vertieftes Verständnis werden in Moodle bereit gestellt wodurch sich die Studierenden für die Diskussionen vorbereiten können. Besondere Detailspekte oder für das Gesamtverständnis bedeutende Gesichtspunkte werden durch die Diskussionen, Aufgaben, und Hausarbeiten anschaulich erläutert. Dieses Vorgehen ermöglicht den Studierenden eine übersichtliche und klar lesbare Darstellung der Inhalte und fördert das konzentrierte Zuhören und somit auch das Verständnis der Studierenden, da diese nicht durch ein permanentes Mitschreiben des Tafelanschiebs abgelenkt werden.

### **Medienform:**

Skript, Vorlesung- und Übungmaterial, online material (in Moodle)

**Literatur:**

Keine Literatur erforderlich

**Modulverantwortliche(r):**

Oliver Fischer (oliver.fischer@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU66016: Hydrogeologisches Fluid- und Hydrochemisches Laborpraktikum | Hydrogeologic and Hydro Chemical Lab Course [P-14]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>75 | <b>Präsenzstunden:</b><br>105        |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist eine Laborleistung, die erstens aus einem schriftlichen Laborbericht besteht, in dem die Studierenden die durchgeführten Versuche in den Praktika „Hydrochemisches und Hydrogeologisches Laborpraktikum“ dokumentiert festhalten sollen. Die Studierenden zeigen damit, inwieweit sie in der Lage sind, eigenständig die gängigen Laborversuche zur Charakterisierung und Quantifizierung von Strömungsprozessen sowie von Grundwässern durchzuführen, auszuwerten und anschließend die gewonnenen Werte mit den Werten aus der Literatur zu vergleichen und zu bewerten. Zur Laborleistung zählt zweitens ein mündliches Testat von insgesamt 30 Minuten (während bzw. vor zwei zufällig ausgewählten Versuchen), in dem die Studierenden über die hydrogeologischen und hydrochemischen Methoden und Analyseverfahren befragt werden und damit überprüft wird, inwiefern die Studierenden in der Lage sein werden, diese bei Durchführung und Auswertung der Versuche im Labor anwenden zu können und inwieweit sie sich mit den sicherheitsrelevanten Aspekten der Versuchsaufbauten auseinander gesetzt haben und damit eine sichere Versuchsdurchführung gewährleisten können. Schriftlicher Laborbericht und mündliches Testat gehen mit einer Gewichtung von 50% in die Modulendnote der Laborleistung ein.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Modul Hydrogeologische Methoden (BGU66017) sollte begleitend besucht werden; Grundkenntnisse der Hydrogeologie aus dem BSc Geowissenschaften.

### **Inhalt:**

Im Kurs Hydrogeologisches Fluid-Laborpraktikum werden Laborversuche zur Charakterisierung und Quantifizierung von Strömungsprozessen in porösen Medien durchgeführt. Dies umfasst Versuche um folgende Kennwerte bzw. Parameter zu bestimmen: Porosität und Speicherkoeffizient; Dichte und Viskosität von Fluiden; Hydraulische Durchlässigkeit; Mehrphasenfließen; kapillarer Aufstieg und Kapillarsperre. In diesem Kurs können Sie auch zusätzliche Qualifikationen in der Markierungstechnik erwerben. Wir vermitteln Ihnen dazu spezielles Wissen über die chemischen Eigenschaften von fluoreszierenden und nicht fluoreszierenden Farbstoffen, zeigen Ihnen wie Tracerversuche in verschiedenen geologischen Systemen und im Labor durchzuführen sind, wie Fluoreszenzfarbstoffe zu messen und Tracerdurchgangskurven mathematisch auszuwerten und zu interpretieren sind. Im Kurs Hydrochemisches Laborpraktikum werden hydrochemische Methoden zur Charakterisierung von Grundwässern angewendet: Bestimmung der Konzentrationen von Kationen und Anionen; Bestimmung der Konzentration von Fluoreszenzfarbstoffen; Bestimmung von Verteilungsgleichgewichten zu nichtwässrigen Flüssigkeiten und Feststoffen.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage grundlegende hydrogeologische und hydrochemische Analysenverfahren selbständig durchzuführen und die dabei gewonnenen Daten auszuwerten, sowie die gewonnenen Ergebnisse zu beurteilen. Somit können sie Grundwasser mit aktuellen Analysenverfahren charakterisieren und die Strömung von Grundwasser quantitativ prüfen. Zudem ist sind die Studierenden in der Lage, die Versuchsdurchführung in einem Laborbericht zusammenfassend zu beschreiben und die Ergebnisse im Vergleich mit Literaturangaben zu diskutieren und in anschaulichen Diagrammen zu illustrieren. Die Studierenden werden geschult, sich kritisch mit vorgegebenen Anleitungen, Arbeitsanweisungen und Versuchsaufbauten auseinander zu setzen und diese zu verbessern.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Laborversuche werden mit Hilfe des Laborskriptes unter Anleitung der Dozenten und weiterer wissenschaftlicher Mitarbeiter/-innen von den Studierenden in Kleingruppen selbständig durchgeführt und ausgewertet. Die erzielten Ergebnisse werden täglich in Form von Kurzpräsentationen am jeweiligen Versuch dargestellt.

### **Medienform:**

PowerPoint-Präsentation, Skript, Übungsskript (Labor), eigenständige Versuche im Labor (Laborpraktikum)

### **Literatur:**

LANGGUTH & VOIGT (2004): Hydrogeologische Methoden, Springer.  
FETTER (2001): Applied Hydrogeology, Prentice-Hall.  
KUCHLING (1999): Taschenbuch der Physik, Fachbuchverlag Leipzig.  
SIGG & STUMM (2011): Aquatische Chemie, Teubner; Zürich.

**Modulverantwortliche(r):**

Florian Einsiedl (f.einsiedl@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeologisches Praktikum (LV0581) (Übung, 2,5 SWS)

Baumann T

Hydrogeologisches Fluid-Laborpraktikum (Tracerhydrogeologie) (Übung, 2,5 SWS)

Einsiedl F, Rein A

Hydrochemisches Praktikum (Praktikum, 3 SWS)

Haisch C ( Popp C )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU66023D2: Die gesättigte und ungesättigte Zone: Prozessverständnis und Modellierung | The Saturated and the Unsaturated Zone: Process Understanding and Modelling**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisesemestrig  | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Siehe englische Beschreibung.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlegendes Verständnis von Hydrogeologie, Geologie, Umweltgeologie, Mathematik, Physik und Chemie wird empfohlen. Die Studierenden sollten sich für die Arbeit mit mathematischen Modellen interessieren. Es wird empfohlen, dass die Studierenden Wissen in Grundwasserhydraulik, Umweltmonitoring, Hydromechanik und Geologie vorweisen (z. B. durch die BSc-Module Grundmodul Hydrologie, Umweltmonitoring und Risikomanagement, Hydromechanik und Geologie)

#### **Inhalt:**

- Grundlagen der Grundwasserbewegung, Analyse der Einflussfaktoren auf den Grundwasserfluss
- Beispiele für die Anwendung von Grundwassermodellen
- Erfassung und Verarbeitung von Daten für die Modelleingabe, Interpolationstechniken, Bewertung der Datenqualität
- Aufbau eines hydrogeologischen Modells, Numerische Methoden in der Grundwassermodellierung
- Aufbau eines numerischen Grundwassermodells, Modelldiskretisierung, Randbedingungen, Modellparametrierung

- Simulationsläufe, Modellkalibrierung und Validierung
- Interpretation und Nachverarbeitung der Ergebnisse
- Hydrologische Prozesse an der Oberfläche, die den Bodenfeuchtigkeitsgehalt steuern
- Ableitung der Strömungsgleichung in der ungesättigten Zone
- Einführung in implizite und explizite numerische Methoden zur Lösung der Gleichung für die Strömung in der ungesättigten Zone
- Durchfluss in der ungesättigten Zone mit OTHM
- Modellkalibrierung, Inverse Modellierung
- Entwicklung von Matlab-Skripten für die Lösung ausgewählter Übungen

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls werden die Studierenden in der Lage sein:

- Einfache Strömungs- und Transportsimulationen für das Grundwasser durch den Aufbau eines eigenen FEFLOW-Modells anzuwenden
- Wasserressourcen und Strömungen in der gesättigten Zone zu beschreiben und zu analysieren
- Geologische Informationen in das numerische Grundwassermodell zu integrieren
- Simulationen in Bezug auf reale Beobachtungen, Daten- und Modellunsicherheiten zu bewerten
- komplexe hydrogeologische Probleme zu verstehen und mathematisch zu beschreiben
- hydraulische Feldversuche (einschließlich Pumpversuche in nicht konsolidiertem und konsolidiertem Gestein) auszuwerten
- biogeochemische Prozesse in Grundwasserleitern im Zusammenhang mit dem Stickstoff- und Schwefelzyklus zu analysieren
- hydraulische Fragen mit mathematischen Gleichungen zu beschreiben und sie in Modellen zu implementieren
- die grundlegenden hydrologischen Prozesse in der ungesättigten Zone zu verstehen und zu steuern
- die Strömungsgleichung für die ungesättigte Zone anzuwenden
- Durchfluss- und Transportmodellierung auf Basis von Feldmessungen zu erstellen
- die folgenden Werkzeuge anzuwenden: MATLAB und OTHM

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Die zugrundeliegende Lehrphilosophie des Moduls ist das problemorientierte Lernen. Der Kern der Kurse besteht aus einer Reihe von Tutorien, die die Studierenden mit wichtigen Fragen, Problemen und Methoden konfrontieren sollen. Die Tutoren werden durch Vorträge, Diskussionen und fokussiertes Literaturstudium unterstützt.

Jedes wissenschaftliche Thema wird mit einer thematischen Auffrischung und einer Vorlesung begonnen. Nach der Vorlesung wird es ein Tutorium geben, das die Expertise der Studenten durch die eigene Anwendung von Modellen (selbstprogrammierte Modelle in Tabellenkalkulationen und professionelle Grundwassermodellierungssoftware) schärft. Dies bedeutet, dass die Studierenden an den Tutoren selbst am Rechner arbeiten, um aktiv über die Formulierung und Lösung von Problemen im Bereich der Hydrogeologie, Bodenwasserschutz-Wechselwirkungen und unterirdischer Kontamination zu lernen.

Das begleitende Studienprojekt wird in Gruppen von bis zu vier Personen (je nach Teilnehmerzahl) bearbeitet. Diese Studienprojekte sollen ein parametrisiertes numerisches FEFLOW-Modell, die mit diesem Modell erzielten Ergebnisse, eine Diskussion der Erkenntnisse und Schlussfolgerungen über die gestellte Frage /das Problem enthalten

**Medienform:**

Power-point Präsentation, Tafelarbeit, Filme, Software, Diskussionen, Fachliteratur

**Literatur:**

Fetter CW (2001): Applied Hydrogeology, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, 598 pp.  
Langguth HR, Voigt R (2004): Hydrogeologische Methoden. 2. Ed, Springer, Berlin.  
Fetter, CW (1999): Contaminant Hydrogeology, 2nd ed. Prentice Hall, New Jersey, 500 pp. (1st edition: 1993).  
Domenico PA, Schwartz FW (1998): Physical and chemical hydrogeology. 2nd edition, Wiley.  
Appelo CAJ, Postma D (2006): Geochemistry, groundwater and pollution. Balkema, Leiden.  
Kinzelbach W, Rausch R (1995): Grundwassermodellierung - Eine Einführung mit Übungen. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 283 pp.  
Holzbecher E (1996): Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrologie - Grundwasser und ungesättigte Zone. S. Springer, Berlin, 364 pp.  
Rausch R, Schäfer W, Wagner Ch (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 183 pp.  
Chiang, W.-H., & Kinzelbach, W. (2001). 3D-Groundwater Modeling with PMWIN (With CD-ROM). Springer. Retrieved from <http://www.amazon.com/3D-Groundwater-Modeling-PMWIN-With-CD-ROM/dp/3540677445>  
Holzbecher, E. (2012). Environmental Modeling: Using MATLAB. Springer.  
J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979  
P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson & Sons, New York, 1990  
"PEST- Model interdependent parameter estimation users manual. Watermark computing. Australia  
Poeter, E. P. and M. C. Hill, 1998. Documentation of UCODE, a computer code for universal inverse modeling, U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigation Report 98-4080

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Arno Rein, [arno.rein@tum.de](mailto:arno.rein@tum.de), Chair of Hydrogeology

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundwasser-Modellierung 1 (Übung, 2 SWS)

Rein A, Zoßeder K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66024D2: Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure | Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisesemestrig  | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Inhalt:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lernergebnisse:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Lehr- und Lernmethoden:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Medienform:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

#### Literatur:

siehe engl. Modulbeschreibung (Tab Englisch)

**Modulverantwortliche(r):**

Arno Rein, arno.rein@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrogeologische Fallbeispiele, Grundwasser-Boden-Pflanzen-Interaktion (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Rein A

Grundwassermodellierung (Fortgeschrittene) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K, Rein A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BGU66025: Hydrogeologie in der Praxis für Umweltingenieure | Applied Hydrogeology for Environmental Engineers

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Projektarbeit, die die Studierenden in Gruppen (drei bis vier Personen, abhängig von der Teilnehmerzahl) anfertigen und nach der Vorlesungszeit abgeben. Die Projektarbeit besteht aus einem zu bearbeitenden Fallbeispiel.

Mit der Projektarbeit wird überprüft, inwieweit die Studierenden in der Lage sind, anhand konkreter Fallbeispiele (jede Gruppe erhält ein separates Thema) aus der hydrogeologischen Praxis komplexe hydrogeologische Probleme zu erkennen und zu analysieren, adäquate Methoden zum Beantworten hydrogeologischer Fragestellungen anzuwenden und die gewonnenen Ergebnisse zu bewerten. Durch die Gruppenarbeit wird zudem die soziale Kompetenz der Studierenden geprüft, bei der Lösung berufspraktisch-relevanter Fragestellungen der angewandten Hydrogeologie, wie etwa die Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens, im Team ergebnisorientiert zusammenzuarbeiten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen sind Grundkenntnisse der Hydrogeologie, sowie der Mathematik, Physik und Chemie. Teilnehmer/Innen sollten an der Arbeit mit mathematischen Modellen interessiert sein. Empfohlene Lehrveranstaltungen im Vorfeld sind die Module BV660006 Abriss der Hydrogeologie und BV660002 Strömung und Transport.

### **Inhalt:**

Im Modul werden die Grundlagen für die praxisnahe Bearbeitung wesentlicher hydrogeologischer Arbeitsfelder (Altlastensanierung, Trinkwassergewinnung) vermittelt:

- Grundwasserbeschaffenheit (Grundlagenwiederholung)
- Probennahme (Boden, Grundwasser)
- Vorgehensweise bei der Begutachtung von Altlasten
- Bestehende Konzepte zur Sanierung von Boden und Grundwasser
- Wichtige (Berufs-)Zertifizierungen im Altlastenbereich
- Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten (Bemessungsverfahren, Antragsunterlagen, Schutzgebietsfestsetzung)
- Grundwassererschließung durch Brunnen und Quelfassungen (Vorerkundung, Planung, Ausschreibung, Baubetreuung, Pumpversuche, Datenerfassung, Auswertung, Analytik, Wasserrecht etc.)
- Erstellung hydrogeologischer Gutachten (Aufgabenstellung, Konzeptentwicklung, Angebotskalkulation, Datenerhebung, Projektdurchführung, Gutachten)

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung beherrschen die Studierenden des Umweltingenieurwesens:

- die Grundlagen für die Erstellung eines hydrogeologischen Basisgutachtens, um diese in der hydrogeologischen praktischen Arbeit (z.B. im Ingenieurbüro) anzuwenden
- Gruppenarbeit bei der Lösung berufspraktisch-relevanter Fragestellungen der angewandten Hydrogeologie, wie etwa die Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens, im Team ergebnisorientiert anzuwenden.
- die Richtlinien und Vorgehensweise für Brunnenerschließungen, Quelfassungen und Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten anzuwenden

Desweiteren sind sie in der Lage:

- die Schritte in der Praxis (Datenrecherche, Probennahme, Datenbeurteilung, Dokumentation, Schlussfolgerung) und die entsprechenden wasserwirtschaftlich relevanten Regelwerke (WHG, Leitfäden, Merkblätter der Landesämter) für eine Beurteilung von Altlasten und von Sanierungskonzepten zu verstehen
- die berufsspezifischen Zertifizierungsmöglichkeiten im Altlastenbereich zu verstehen, um die beruflichen Anforderungen in der hydrogeologischen Praxis zu kennen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung besteht aus einer Reihe von Vorlesungen, die mit praktischen Übungen ergänzt werden, wobei problembasiertes Lernen eine philosophische Grundlage bildet. Die Übungen spielen eine zentrale Rolle: Hier wird anhand von Praxisbeispielen die tatsächliche Anwendung der theoretischen Grundlagen der Hydrogeologie trainiert, welche wiederum in den Vorlesungsstunden vermittelt werden. In der Vorlesung werden zudem optional Gastvorträge von Fachleuten aus der Praxis zu speziellen Themen angeboten, wie etwa der Altlastensanierungspraxis oder den rechtlichen Grundlagen.

Die einzelnen Themen werden jeweils über 1-3 Wochen behandelt, wobei jedes Thema mit einer kurzen Auffrischung der hydrogeologischen Grundlagen begonnen wird. Hierbei werden die grundlegenden Fragestellungen im Plenum aktiv diskutiert. Daran schließen sich praktische Übungsstunden an, die eng mit Problemen aus der Praxis verbunden sind. Die Studierenden wenden hierbei hydrogeologische Konzepte/Methoden an, um aktiv die Formulierung und Lösung von typischen Problemen in der Praxis zu lernen, die im Bereich der Hydrogeologie und Untergrundkontamination auftreten können. Die Übungen werden von den Studierenden während des Kurses unter Betreuung bearbeitet, wobei manche der Übungen zu Hause fertig gestellt werden sollen (in ca. 2 Stunden Eigenstudiumszeit; Besprechung in der darauffolgenden Sitzung). Am Schluss der Kurse (letzte ein bis zwei Termine) werden die Fallstudien ausgeteilt, die als Projektarbeit (Prüfungsleistung) gestellt sind. Die Studierenden beginnen in Gruppen von drei bis vier Personen daran zu arbeiten, wobei die Betreuer Feedback geben (individuelle Diskussionen mit den einzelnen Gruppen). Die Projektarbeiten stellen eine Synthese und Transfer-Anwendung der während des Kurses gelernten Methoden und (Bewertungs-)Techniken dar.

**Medienform:**

Powerpoint-Vortrag, Tafelbild, Übungsblätter, Übungen am Computer (Rechner-Raum), Auszüge aus der Literatur

**Literatur:**

LANGGUTH HR., Voigt R (2004): Hydrogeologische Methoden. 2. Ed, Springer, Berlin.

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Kai Zosseder, [kai.zosseder@tum.de](mailto:kai.zosseder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU66026: Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure | Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Mit der Klausur (60 min) wird geprüft, inwieweit die Studierenden in Wissensfragen die physikalischen Grundlagen der Geothermie, die physikalischen, geologisch/hydrogeologisch relevanten Parameter und die geothermischen Prozesse beschreiben können sowie in praxisnahen Fragestellungen die Untersuchungs- und Berechnungsmethoden für die Planung und Auslegung oberflächennaher Systeme fallspezifisch anwenden, sowie die Ergebnisse aus der Datenauswertung von Feld- und Bohrdaten, auch hinsichtlich Unsicherheiten und Risiken in der Geothermie, analysieren und bewerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen sind Grundkenntnisse der Geologie (Einführung in die Geologie für Umwelting.), Hydrogeologie (Grundwasserhydraulik) und der Thermodynamik.

#### Inhalt:

Im Modul werden den Studierenden die Grundlagen der Geothermie sowie die Vorgehensweise und andere wichtige Aspekte bei Planung, Bau und Betrieb von geothermischen Anlagen vermittelt. Die Inhalte sind im Einzelnen:

- Physikalischen Grundlagen des Wärmestroms im Untergrund
- Relevante Parameter zur Beschreibung geothermischer Systeme

- Lagerstättentypen geothermischer Systeme
- Verfahren zur Planung, Exploration und Gewinnung bei tiefen geothermischen Systemen
- Nutzungsvarianten von oberflächennahen geothermischen Systemen und ihre Planung und Auslegung
- Rechtliche Grundlagen bei der Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie
- Ökonomische Betrachtung von oberflächennahen Systemen
- Unsicherheiten und Risikoabschätzung bei geothermischen Nutzungen

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Prozesse der Wärmeströmung im Untergrund hinsichtlich ihrer geothermischen Nutzung zu verstehen
- die Verfahren zur Erhebung und Auswertung von Daten (Felddaten, Bohrdaten) zu verstehen, welche die relevanten geothermischen Parameter abschätzen bzw. erheben.
- Verfahren zur Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie zu verstehen.
- Berechnungsmethoden zur Auslegung und Planung oberflächennaher Systeme anzuwenden, die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten.
- die Unsicherheiten und Risiken (z. B. Fündigkeits- und Bohrrisiken) in der Geothermie zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das zu Grunde liegende Konzept des Moduls ist das problembasierte Lernen. Der Kern des Moduls besteht aus Lehrgesprächen mit Präsentationen zur Nutzung der tiefen und oberflächennahen Geothermie. Anschließend werden die Lerninhalte durch Übungen umgesetzt und vertieft werden. Die Übungen beinhalten Aufgaben zur Planung und Auslegung geothermischer Systeme und zum Verständnis der relevanten geologisch-thermischen Prozesse in der Geothermie. Hierbei werden Aufgaben gestellt, welche die Studierenden in selbstständiger Arbeitsweise analysieren sollen. Die Ergebnisse der Studierenden werden in der Gruppe diskutiert und der Lösungsweg aufgezeigt. Die Ergebnisse der Übungen werden den Studierenden auf der e-learning Plattform zur Verfügung gestellt um den Lösungsweg in der Nachbearbeitung überprüfen zu können. Die Vorlesung und Übung wird nach Bedarf und Möglichkeit durch Gastdozenten aus der Praxis unterstützt.

### **Medienform:**

Moodle e learning Plattform, wiki-Plattform, Power-Point Präsentationen, Übungsaufgaben am PC, Lehrgespräche, Diskussion, Gruppenarbeit

### **Literatur:**

BANKS, D. (2012): An Introduction to Thermogeology. – Ground source heating and cooling. 2nd Edition, 526 S., Wiley-Blackwell, Sussex.

DIPIPO, R. (2012): Geothermal Power Plants. – Principles, Applications, Case studies and Environmental Impact. – 600 S., Elsevier, Amsterdam.

GRANT, M. A. & BIXLEY, P. F. (2011): Geothermal Reservoir engineering. 2nd Edition, 359 S., Academic Press , Burlington.

HUENGES, E. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. - 463 S., Wiley VCH, Weinheim.

KALTSCHMIT, M., HUENGES, E. & WOLFF, H. [Hrsg.] (1999): Energie aus Erdwärme. – 265 S., Spektrum, Heidelberg.

KOENIGSDORFF, R. (2011): Oberflächennahe Geothermie für Gebäude. – 332 S., Fraunhofer IRB, Stuttgart.

OCHSNER, K. (2007): Geothermal Heat Pumps – A Guide for Planning and Installing. – 224 S., Cromwell Press, Trowbridge.

THOLEN, M. & WALTER-HERTKORN, S. (2008): Arbeitshilfen Geothermie. – 228 S., WVGW, Bonn.

**Modulverantwortliche(r):**

Kai Zosseder, [kai.zosseder@tum.de](mailto:kai.zosseder@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Einführung in die oberflächennahe und tiefe Geothermie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Zoßeder K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU67001: Hangbewegungen | Landslides [P-04]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 120.

credit requirement: unsplit written examination without additives

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

As-built surveys and geodetical monitoring, fundamentals of geology

#### Inhalt:

- Definition, terms & classification
- Landslide types and processes
- Landslide causes and triggers
- Case studies Goldau, Ruffi, Grätli, Vajont, Elm
- Investigation and analysis of landslides
- Mapping of phenomena, Hazard & risk maps
- Monitoring techniques, early warning systems
- Case study Sudelfeld, research project alpEWAS
- Remote sensing reconnaissance
- Principles of risk assessment for natural hazards
- Assessing the probability of landslide hazards

- Vulnerability and exposure to landslide hazards
- Cost-benefit optimization of mitigation measures
- Landslide risk communication and management
- Mitigation measures
- Geodetical monitoring
- Concepts, instrumentation, processing
- European case studies (alpine landslides)
- North American case studies (coastal landslides)
- Case studies from developing and emerging countries

### **Lernergebnisse:**

After the course, students are familiar with different types of landslides and are able to classify and describe landslides types and processes on an international approved level. Students will be able to differentiate causes and triggers of a landslide and to analyse different movement and transportation types. They will be able to select the appropriate investigation techniques for monitoring and to apply hazard mapping and zoning techniques. The students will know and understand the principles of risk assessment and management for landslides and other gravitational natural hazards. They will be able to conduct and interpret basic risk analyses and cost-benefit optimization of landslide mitigation measures.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course will consist of 3 lectures. The lectures include videos, slide shows and demonstrations of processes. There will be mandatory exercises and optional field days showing various landslide case studies which have been discussed during the lectures.

### **Medienform:**

Powerpoint presentation, viewgraphs, blackboard, videos, lecture notes, field trip

### **Literatur:**

- TURNER and SCHUSTER: Landslides: Investigation and Mitigation, National Academy Press, 1996
- CENAT: Dealing with natural hazards and risks, module 3 landslides, web-based lectures, Kompetenzzentrum Naturgefahren der Schweiz CENAT, ETH Zürich
- DUNNICLIFF: Geotechnical instrumentation for monitoring field performance, Wiley, 1993



- SCHOFIELD & BREACH: Engineering Surveying, sixth edition, Elsevier, 2007
- BONNARD, FORLATI & SCAVIA: Identification and Mitigation of Large Landslide Risks in Europe - Advances in Risk Assessment, European Commission Fifth Framework Programme, IMIRILAND Project, Balkema Publishers, 2004
- ClimChAlp (CLIMATE CHANGE, IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES IN THE ALPINE SPACE): Slope Monitoring Methods - State of the Art Report, 2008 [http://www.geo.bv.tum.de/images/stories/dokumente/climchalp\\_-\\_work\\_package\\_6\\_report.pdf](http://www.geo.bv.tum.de/images/stories/dokumente/climchalp_-_work_package_6_report.pdf)

**Modulverantwortliche(r):**

Kurosch Thuro (thuro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU67003: Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/ Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren | Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards [W-13]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung ist eine schriftliche Klausur von 60 Minuten, in welcher die Studierenden nachweisen, dass sie die unterschiedlichen Prozesse, deren räumliche und zeitliche Entwicklung im globalen Umweltwandel, die ökonomische und soziale Dimension sowie verschiedene Strategien zur Prävention, Frühwarnung, Modellierung und Analyse von alpinen Naturgefahren verstanden haben und durch die Beantwortung von Wissens- und Transferfragen präzise aufzeigen/erklären können. Zudem sollen die Studierenden anhand von fallspezifischen Fragestellungen zeigen, dass sie die Ansätze zur Modellierung und Antizipation alpiner Naturgefahren selbständig bewerten können, und für ein bestimmtes Gefahrenszenario effiziente Strategien der Modellierung, Frühwarnung und Schutzmaßnahmen zu unterschiedlichen Stadien des Risikozyklus entwickeln können. Die Klausur eignet sich hier am besten, weil auch synoptische Zusammenhänge aus mehreren Gebieten der alpinen Naturgefahren analysiert, bewertet und eigene Lösungsideen entwickelt werden sollen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

#### **Inhalt:**

- Konzepte zu Naturgefahr, Risiko und Katastrophe sowie historische Fallbeispiele zur Gefahrenvorhersage

- On- und off site-Effekte durch Naturgefahren
- Die ökonomische und soziale Komponente von alpinen Naturgefahren, die Dimension von alpinen Gefahren am Beispiel Chinas
- Glaziale Gefahren (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Schneelawinen (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Periglaziale Gefahren (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Hangbewegungen (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Murgänge (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Überflutungen (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Waldbrände (Prozesse, Modellierung, Warnung, Prävention)
- Generelle Konzepte der Warnung, Modellierung und Frühwarnung
- Globaler Wandel in Gebirgsregionen
- Nachhaltige Gefahren- und Risikostrategien für alpine Regionen

### **Lernergebnisse:**

- Nach dem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche und angewandte Strategien für Analyse, Prozessverständnis, Antizipation und Vermeidung von alpinen Gefahren zu verstehen.
- Die Studierenden verstehen die ökonomische und soziale Dimension alpiner Gefahren.
- Die Studierenden verstehen die Prozesse nivaler, Schwerkraftbedingter, glazialer und periglazialer alpiner Naturgefahren in sich dynamisch verändernden Hochgebirgsregionen.
- Sie erinnern sich an die mechanischen und physikalischen Aspekte der Prozesse sowie stochastische Beschreibungen von Magnitude-Frequenz-Beziehungen und verstehen diese
- Die Studierenden verstehen maßstäbliche Ansätze zur Modellierung und Antizipation ausgewählter gravitationsbedingter, nivaler, glazialer und periglazialer alpiner Naturgefahren.
- Sie sind in der Lage, diese Ansätze unter Berücksichtigung des aktuell beobachteten und vorhergesagten Umweltwandels in alpinen Regionen zu bewerten.
- Die Studierenden verstehen und entwickeln nachhaltige Strategien zur Anpassung und Vermeidung in dynamischen, alpinen Regionen.
- Sie bewerten und entwickeln best-practice-Beispiele aus verschiedenen Gebirgsregionen.
- Die Studierenden sind fähig, realistische Szenarien drohender alpiner Naturgefahren zu entwickeln und das Gefahrenpotential für ausgewählte Einzugsgebiete oder Regionen im Gebirge zu bewerten.
- Sie sind dazu qualifiziert, verschiedene Typen ökonomischer und sozialer Risiken zu analysieren, die durch Multi-Risiko-Szenarien hervorgerufen werden.
- Studierende sind in der Lage, verschiedene Präventions- und Minderungsmaßnahmen zu unterschiedlichen Stadien des Risikozyklus effizient anzuwenden. Dies beinhaltet die Fähigkeit, genannte Maßnahmen bei verschiedenen Gefahren- und Verwundbarkeitsszenarien anzuwenden, um ein dynamisches und flexibles Verständnis von Gefahrenanalyse, -bewertung und -vermeidung zu entwickeln.

Zum Schluss des Kurses werden die TeilnehmerInnen Naturgefahren verstehen, die mit Schwerkraft bedingten, nivalen, glazialen und periglazialen Prozessen in dynamisch sich verändernden Gebirgsregionen verbunden sind. Dies beinhaltet physikalische und mechanische Aspekte des Prozessverständnisses sowie stochastische Beschreibungen von Frequenz-

Magnitude-Beziehungen. Studierende werden anhand ausgewählter Beispiele erlernen und verstehen, wie Schwerkraft bedingte, nivale, glaziale, periglaziale, usw. alpine Gefahren modelliert und vorhergesagt werden können. Auf diese Weise können sie best-practice-Beispiele selbstständig bewerten, um beobachtbare und prognostizierbare Umweltveränderungen und deren Auswirkungen in alpinen Räumen besser einzuschätzen. Die Studierenden werden sich dabei an nachhaltige Anpassungsstrategien in einer sich ständig verändernden Umwelt erinnern.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Der Kurs besteht aus einer 90-minütigen Vorlesung pro Woche. Mithilfe von aktueller Forschungsliteratur und best-practice-Beispielen werden die Teilnehmer in das grundlegende Wissen, Fallbeispiele sowie Techniken eingeführt. Die Lernergebnisse sind kumulativ, und jedes Kursthema behandelt Prozessverständnis und -wahrnehmung sowie mögliche Minderungsstrategien. Den Studierenden werden grundlegende Daten und aktuelle Referenzen zur Verfügung gestellt, um reelle Szenarien zu untersuchen. Es werden reichlich Videos und Fotos benutzt, um die Studenten in jeden Gefahrenprozess einzuführen, Schutzmaßnahmen/ Vermeidungstechniken zu veranschaulichen und mögliche Ergebnisse der einzelnen Techniken darzustellen. Diese Herangehensweise ist notwendig, um die einzelnen Risikoaspekte zu verstehen, die mit Naturgefahren in schlecht zugänglichen alpinen Regionen verbunden sind.

### **Medienform:**

Power-Point-Präsentation, Videos, Tafelanschrift, Handouts mit den wichtigsten Diagrammen und Tabellen.

### **Literatur:**

Allgemeine Bücher:

Smith, K and Petley, D. (2009). Environmental hazards – assessing risk and reducing disaster. Routledge, London.

Bryant, E. (2005). Natural hazards. Cambridge University Press, New York.

Glade, Albini and Francés (ed.), 2001. The use of historical data in natural hazard assessment.

Kluwer, Dordrecht. Birkmann (ed.), 2006. Measuring vulnerability to natural hazards. United Nations University Press, 2006

Huber, Bugmann and Reasoner (eds.), 2005. Global Change and Mountain Regions. Springer, Dordrecht. (Da 271)

Darüber hinaus: Anderson, M.G. and K.S. Richards (1987). Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology, Wiley.

Brunsden, D. and D. Prior (1984): Slope Instability. Wiley, Chichester.

Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. and M. Ibsen, 1996, Landslide recognition: Identification, movement, and causes, Wiley, Chichester.

Erismann, T. H., and G. Abele (2001): Dynamics of Rockslides and Rockfalls. Springer, Heidelberg.

Evans, S., Mugnozza, G. S., Strom, A., and R. L. Hermanns (2006). Landslides from Massive Rock Slope Failure. NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences, Springer, Amsterdam.

Puzrin, A.M., Alonso, E.E., Pinyol, N. (2010). Geomechanics of failures. Springer, Dordrecht.

Smith and D.N. Petley (2009): Environmental hazards – assessing risk and reducing disasters. Routledge, New York.

Turner, A. K. & Schuster, R. L. (1996): Landslides: Investigation and Mitigation. – 673 S., Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington (National Academy Press).

Wyllie, D.C. and C.W. Mah (2004): Rock Slope Engineering: Civil Mining. Spon Press. London 2004. (formerly Hoek&Bray)

Zamann, M., Gioda, G., and Booker, J.: Modelling in Geomechanics, Wiley, Chichester, 2000.

Weitere Literatur für Sitzungen 1-13:

1. Evans, S.G. (2005): Single-Event Landslides Resulting from Massive Rock Slope Failure: Characterising their frequency and impact on the Society, in: Large Rock Slope Failures, edited by: Evans, S., Kluwer, Rotterdam (Nato Science Series). Hewitt, K., Clague, J.J., Orwin, J.F., 2008. Legacies of catastrophic rock slope failures in mountain landscapes. Earth-Sci. Rev. 87(1-2), 1-38.
2. Varnes, D. J. 1978. Slope movement types and processes. In: Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R. J.). Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., 11-33.
- 3/4 Erismann, T. H., and Abele, G. (2001): Dynamics of Rockslides and Rockfalls. Springer, Heidelberg. Chapters 2-5. Barton, N., and Choubey, V.: The shear strength of rock joints in theory and practise, Rock Mech., 10, 1-54, 1977.
5. Ortiago, J. and Sayao, A.: Handbook of Slope Stabilisation, Springer, Berlin, 2004.

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Krautbaltter (m.krautblatter@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren (Vorlesung, 2 SWS)

Krautblatter M, Leinauer J, Rimböck A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU68006: Straßenverkehrssicherheit | Road Safety

[Straßenverkehrssicherheit]

*Straßenverkehrssicherheit*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module is graded by a project work (Projektarbeit) including a final presentation.

The project work deals with road safety, selected in agreement with the students and the instructors. Students must clearly define the research question, the scope of the project and the methodology. Students must carry out a critical evaluation of the results.

The project work must include, at least, the following parts: 1. Literature review, 2. Problem definition, 3. Selection and description of the methodology, 4. Analysis of results and 5. Discussion and conclusions. The project work must apply the content of the module and use the appropriate technical language.

The grade consists of the written part of the project work (70%) and a final presentation (30%) of the project work. The recommended number of pages of the written part is 15-25 pages and the recommended duration of the final presentation is 15-20 min. Students have to work in small teams of 3 to 5 members and clearly define their individual contributions. The evaluation of the written part tests the ability of students to formulate problem statements in the area of road safety, to perform a comprehensive literature review of scientific literature, to design, describe and apply scientific methods and to analyze their results. With the presentation and its discussion, students additionally prove their ability to synthesize and communicate complex road safety problems using the appropriate technical language, and to carry out a scientific discussion about their results.

Examples projects of previous years include:

- Identify significant predictors of injury severity in cyclist crashes
- Determination of Severity of Accidents using Statistical Learning Methods
- An analysis of road traffic accidents in different weather conditions.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

None

**Inhalt:**

The module covers the following topics:

- Crash causation factors and driver behavior.
- Statistical modelling of crashes.
- Alternative road safety measures.
- Vulnerable road users.
- Safety countermeasures in rural and urban roads.
- Tools for road safety management (Road Safety Inspection and Road Safety Audit).
- Road safety campaigns.
- Economic assessment.
- Connected and automated vehicles.
- Driving assistance systems.

**Lernergebnisse:**

After completion of this module, students are able to:

- Describe road crash causation factors related with driver, vehicle and infrastructure.
- Explain the process and goals for road safety inspections and road safety audits.
- Implement economic assessments of road safety.
- Identify risks and measures for vulnerable road users.
- Identify safety issues at various types of road infrastructure.
- Conduct statistical analysis from road safety databases.
- Predict the road safety level of road facilities based on rigorous statistical techniques.
- Design safety countermeasures to address specific safety problems.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of two lectures, one on introductory and one on advanced road safety concepts. Both classes are interactive and alternate lecture sessions with exercises (individual) and small projects (not graded, to be completed during the class and presented by small groups of students).

**Medienform:**

Slides for the presentations used in the class. Datasheets, plans or maps for the exercises and projects.

**Literatur:**

- Simon P. Washington. Statistical and econometric methods for transportation data analysis. CRC Press (2011).
- Hauer, Ezra. Art of Regression Modeling in Road Safety. Springer (2014).

- Additional journal and conference papers will be provided and examined in the class.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Costantinos Antoniou Prof. Dr. Rolf Moeckel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU68007: Angewandte Verkehrsmodellierung | Applied Transport Modeling [Angewandte Verkehrsmodellierung]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                       |                             |                                          |                                      |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b>   | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3 | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The examination for the module is in the form of a take-home assignment.

The aim of the exam is to demonstrate that the students understood modeling concepts and methods, and that they can develop a travel demand model, use models to assess the impacts of proposed developments, and describe modeling procedures and results in a documentation. The nature of the exam ensures that students are able to independently use the VISUM software in applying the four-step modeling techniques.

Each student submits an Excel file showing the calculations done on the input data, a Visum version file showing the model output, and a written report detailing the modeling procedures and results.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Transport Planning Models (240744419) by Gebhard Wulfhorst and Chenyi Ji

#### **Inhalt:**

This module introduces students to the practical application of transport modeling concepts using the VISUM transport modeling software. Topics covered include:

- Conduct of household travel survey and data processing
- Processing of transport network data
- Trip generation modeling
- Trip distribution modeling
- Mode choice modeling
- Traffic assignment modeling
- Scenario management
- Extension of modeling software capabilities with scripts

### **Lernergebnisse:**

Upon completion of the course, students are able to use the VISUM software to model travel demand in order to reconstruct existing traffic conditions in an area and assess the effects of future developments and planned traffic measures. Specifically, they are able to...

- understand modeling concepts and methods
- develop a travel demand model
- use models to assess the impacts of proposed developments
- describe modeling procedures and results in a documentation

### **Lehr- und Lernmethoden:**

A hands-on computer training approach where students complete real-world tasks with the support of the tutor(s). The tasks mimic the modeling process and subsequent tasks build upon previous tasks such that by the end of the final task, each student would have developed a complete travel demand model from scratch using the VISUM software.

For each task, an introduction is given in the form of a short lecture to help students understand the modeling concepts and methods. After the introductory lecture, students use the VISUM Software and put the theory into practice in order to deepen the knowledge that has been learned during the lectures. Here, the capabilities of the VISUM software for each modeling task are learned.

### **Medienform:**

- PowerPoint Presentations
- PTV VISUM Transport modeling software
- Microsoft Excel and Access

### **Literatur:**

- Ortúzar, J. de D., and Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport (4th ed.). Chichester: John Wiley & Sons.

- Cambridge Sytematics Inc. (2010). Travel Model Validation and Reasonableness Checking Manual Second Edition.
- PTV AG (2016). PTV VISUM 16 Manual.

**Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Applied Transport Modeling with VISUM

Matthew Okrah

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68008: Angewandte Verkehrsmodelle | Applied Transport Models** [Angewandte Verkehrsmodellierung]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Single take-home exam

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Land Use and Transportation Modelling (BV520008) or comparable basics in transport modelling

#### **Inhalt:**

This module will cover the following topics:

- Conducting travel survey
- Preparing transport network data
- Estimating model input parameters
- Modeling travel demand
- Extending the capabilities of modeling software with scripts
- Basic object-oriented programming in Java
- Microscopic agent-based models
- Generation of transport networks from open source data
- Generation of activity-based demand
- Implementation of simple example scenarios
- Implementation and simulation of large-scale scenarios

**Lernergebnisse:**

Upon completion of the course, students will be able to apply a macroscopic transport model (using the VISUM software) and a mesoscopic transport model (using the MATSim software) to model travel demand to support transport planning. Students will understand how models are set up from scratch and be able to run scenario analyses.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Teaching methods are a combination of teaching the model concepts and hand-on model application. Students will complete real-world tasks in groups with the support of the instructor. Students will create networks and travel demand and assign traffic flows in applied problem sets.

**Medienform:**

- PowerPoint Presentations
- PTV VISUM Transport modeling software
- MATSim (Multi-Agent Transport Simulation)
- JOSM (Java OpenStreetMap Editor)
- Senozon Via (free or educational license, MATSim visualization tool)

**Literatur:**

- A. Horni, K. Nagel, K.W. Axhausen (Eds.), The Multi-- Ortúzar, J. de D., and Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport (4th ed.). Chichester: John Wiley & Sons.
- Cambridge Sytematics Inc. (2010). Travel Model Validation and Reasonableness Checking Manual Second Edition.
- PTV AG (2016). PTV VISUM 16 Manual.
- Agent Transport Simulation MATSim, Ubiquity, London, 2016. URL <http://matsim.org/the-book>
- Sierra K., Bates B., Head First Java, O'Reilly & Associates Inc, Sebastopol, 2005.

**Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68009: Angewandte Verkehrsplanung in Entwicklungsländern | Applied Transport Planning in Developing Countries**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                       |                       |                                    |                        |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|
| <b>Modulniveau:</b>   | <b>Sprache:</b>       | <b>Semesterdauer:</b>              | <b>Häufigkeit:</b>     |
| <b>Credits:*</b><br>3 | <b>Gesamtstunden:</b> | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b> | <b>Präsenzstunden:</b> |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

**Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

**Wiederholungsmöglichkeit:**

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

**Inhalt:**

**Lernergebnisse:**

**Lehr- und Lernmethoden:**

**Medienform:**

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU68010: Objektorientiertes Programmieren für Verkehrsingenieure | Object-Oriented Programming for Transport Engineers [Objektorientiertes Programmieren für Verkehrsingenieure]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Over the course of the semester, students will submit five exercises (Übungsleistungen). The exercises consist of four take-home assignments (weighting 60% of the overall grade, 15% of each) and a final individual more comprehensive programming task at the end of the module (weighting 40% of the overall grade).

With the four take-home exercises, the students show that they are able to understand the basic programming principles. Assignment sheets will be posted after the introduction of every two chapters and submitted in electronic form during the semester. The assignments include answering theoretical questions, writing small code pieces and correcting errors in provided codes. They will provide the students with feedback on their individual learning progress over the course of this class.

The final exercise serves to assess the capability to use the knowledge in solving real-world problems. The task sheet with transport-related problems will be provided. The students need to design and program their own project by using the object-oriented language Java. This final assignment is designed as a take-home exam as well to provide students with the opportunity to work through the problem at their own pace. With this individual programming project, the students show that they are able to use the achieved knowledge at large.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

None



**Inhalt:**

This module will cover the following topics:

- Language basics
- Methods
- Classes and objects
- Control statements
- Collections
- Input/ Output
- Tests
- git versioning system
- object inheritance
- Exceptions
- Usage of existing frameworks

**Lernergebnisse:**

In this module, students learn to use the programming language Java and how it can be applied to address a variety of transport problems. It will be taught how to design code that builds on the object-oriented paradigm. Students will be able to use a variety of basic programming principles (e.g. control structures, inheritance etc.) to solve real-world problems. After completion of this course, students will be able to write Java programs and to use Java in existing frameworks, e.g. in the transport model MATSim. Over the course of the semester, introductions to collaboration between team members on a software project and version control systems will be given as well. It will be shown how an open-source version control system can be used to improve workflow and collaboration in a programming project.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module will be taught in lecture sessions with integrated practical exercises. The lectures cover the theoretical concepts by giving presentations and examples. In the practical parts, the students will work on related tasks supervised by a tutor. The tasks will mostly include writing own programs in Java.

**Medienform:**

- PowerPoint Presentations
- IntelliJ Java integrated development environment (IDE)

**Literatur:**

Sierra K., Bates B., Head First Java, O'Reilly & Associates Inc, Sebastopol, 2005.

**Modulverantwortliche(r):**

Rolf Moeckel

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Object-Oriented Programming for Transport Engineers (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Kühnel N [L], Kühnel N, Moeckel R, Zhang Q

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU70003: Optimierung für Verkehrssysteme | Optimisation for Transportation Systems [Optimierung für Transportation Systems]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Bei der Prüfungsform handelt es sich um Übungsleistungen. Diese bestehen aus dem schriftlichen Lösen einer kleinen Anzahl von 4 bis 5 individuellen Problemsätzen, die darauf abzielen, zu zeigen, dass die Studierenden die in den Vorlesungen präsentierten Konzepte verstanden haben und einfache Transport-Engineering-Probleme (wie Ressourcenzuteilung, kürzester Weg, Flow-Zerlegung) als Optimierungsprobleme formulieren können. Jedes Problem wird konzeptionell eigenständig sein, d.h. wird ein oder mehrere damit zusammenhängende Fragen / Probleme beinhalten, um zu zeigen, dass die Studenten das Material erfaßt haben. Jedes Problem wird einzeln abgestuft und die Endnote wird als gewichteter Durchschnitt der einzelnen Noten erhalten. Das Gewicht jedes Problemsatzes wird auf dem Problemsatz angezeigt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der lineare Algebra

#### Inhalt:

Der Inhalt des Moduls hat zum Ziel, den Studierenden einen Überblick über die Methoden zu geben, die zur Lösung von Problemen der Transportsystemtechnik als Optimierungsprobleme zur Verfügung stehen. Folgende Schlüsselbereiche werden abgedeckt:

- Formulierung und Analyse des Problems: Definition von Entscheidungsvariablen, Zielfunktion, Einschränkungen

- Optimalitätsbedingungen: unter welchen Bedingungen kann die Optimierung garantiert werden, was sind die Fallstricke
- Lösung von Gleichungen: Newtons Methode, Quasi-Newton Methoden
- Unbeschränkte Optimierung: Abfallmethoden und Zeilensuche, Vertrauensregion, kleinsten Quadraten Method, direkte Suchmethoden
- Eingeschränkte Optimierung: Simplex-Methode, Innenpunktmethode
- Netzwerkoptimierung: Definitionen (Graphen, Schnitte, Pfade, Bäume, Netzwerke), Umladungsproblem, kürzester Weg, maximaler Durchfluss
- Diskrete Optimierung: Rucksackproblem, traveling salesman Problem, branch-and-bound Methode, Heuristik

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Kurses werden die Studierenden in der Lage sein, typische verkehrliche Fragestellungen (wie Ressourcenzuteilung, kürzeste Weg, flow decomposition) zu analysieren, sie als Optimierungsprobleme zu formulieren und sie mit Hilfe von Software-Tools wie Matlab / Oktave, Python oder R zu lösen. Die Studierenden lernen, wie man ein Optimierungsproblem erkennt und dann die Entscheidungsvariablen, die Zielfunktion, die Randbedingungen und den Lösungsalgorithmus identifiziert.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung (Präsentationsfolien und Whiteboard-Ausarbeitung), Lesungen, Projektarbeit. Vorträge und Whiteboard-Demonstrationen zeigen den Studierenden die Bedeutung und Funktion der verschiedenen Bauteile. Zur weiteren Klärung werden reale Transport-Engineering-Probleme präsentiert und formuliert und als Optimierungsprobleme gelöst. Eine kleine Anzahl von Problemsätzen wird von den Studierenden individuell ausgearbeitet und als Auswertungsmethode für den Kurs verwendet.

### **Medienform:**

Präsentationsfolien, Whiteboard, Lesungen

### **Literatur:**

Bierlaire, M., 2015. Optimization: principles and algorithms (No. EPFL-BOOK-211191). EPFL Press.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

Mr. Emmanouil Chaniotakis

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU70004: Diskrete Wahlmethoden für Verkehrssystemanalyse | Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis**

*Discrete Choice Methoden für Verkehrssystemanalysen*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Bei der Prüfung handelt es sich um Übungsleistungen. Diese besteht aus dem schriftlichen Lösen von 3 individuellen Hausaufgaben. Hiermit wird geprüft, ob die Studierenden die in den Vorlesungen präsentierten Konzepte verstanden haben und in der Lage sind, diskrete Entscheidungsmodelle mit frei verfügbarer Software (wie z. B. pythonbiogeme und R) zu spezifizieren und abzuschätzen. Jede Übungsaufgabe wird konzeptionell eigenständig sein, d.h. wird ein oder mehrere damit zusammenhängende Fragen/ Probleme beinhalten. Damit sollen die Studierenden zeigen, dass sie die Modelle und ihre Einsatzmöglichkeiten vielseitig verstanden haben. Jede Aufgabe wird einzeln bewertet. Die Endnote ergibt sich aus dem gewichteten Durchschnitt dieser Bewertungen. Die Gewichtung jedes Problems wird auf der Aufgabenstellung jeder Hausaufgabe angezeigt.

Dieses Modul richtet sich auch an die Teilnehmer\*innen des TUM Skills Excellence Program. Für die Teilnehmer\*innen dieses Programms stehen 20 Plätze zur Verfügung.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

--

### **Inhalt:**

Das Modul vermittelt den Teilnehmern einen Überblick über die Werkzeuge und Methoden, die verfügbar sind, um diskrete Wahlmodelle für die Transportsystemanalyse festzulegen und abzuschätzen. Folgende Schlüsselbereiche werden abgedeckt:

- Mathematische Modellierung des Verhaltens
- Logit und probit Modelle
- Modellschätzung und Spezifikationstests
- Modellspezifikation
- Experimentelle Gestaltung und Datenerfassung
- Mischungen / Simulationsbasierte Schätzung
- Latent-Klasse und Hybrid-Modelle
- Panel-Daten und Modelle
- Prognose und Aggregation
- Bayesische Verfahren

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden eine solide Kenntnis der theoretischen Grundlagen der Entscheidungsmodellierung erworben und sind in der Lage, eine breite Palette von diskreten Entscheidungsmodellen, wie Logit, Probit, Nested Logit, Mixed Logit, Latent Class Models, zu spezifizieren, ihre Einsatzmöglichkeiten abzuschätzen und ihre Ergebnisse zu interpretieren. Sie sind in der Lage Daten aus Revealed preference und Stated Preference - Erhebungen zu erstellen sowie, die dazugehörigen Untersuchungen einschl. der Fragebögen zu entwerfen. Die Studierenden sind zusätzlich in der Lage, verfügbare Software-Tools wie pythonbiogeme und R anzuwenden um die Modelle zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Format: Vorlesung mit integrierten Übungen.

In den Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, beispielsweise der verschiedenen Modellbausteine zur diskreten Entscheidungsmodellierung, der dazugehörigen Untersuchungsmethoden sowie der Erhebungsdaten als Powerpoint-Vortrag, unterstützt durch Bilder, ggf. Filmen und Diskussionen vermittelt. Dadurch können die Studierenden direkt von der Forschungserfahrung des Dozenten profitieren: Berechnungsbeispiele aus praxisnahen Untersuchungen und Modellen vermitteln die quantitativen Methoden zur Datenanalyse und Modellierung der diskreten Entscheidungsmethoden sowie die Berechnung und Interpretation von Modellergebnissen.

### **Medienform:**

Präsentationsfolien, Whiteboard, Lesungen

### **Literatur:**

Train, Kenneth E. Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press, 2009.  
Ben-Akiva, Moshe E., and Steven R. Lerman. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. Vol. 9. MIT Press, 1985.

Louviere, Jordan J., David A. Hensher, and Joffre D. Swait. Stated choice methods: analysis and applications. Cambridge University Press, 2000.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Antoniou C [L], Antoniou C, Ma T, Rothfeld R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BGU70007: Spezielle Themen zur Modellkalibrierung | Special Topics on Model Calibration** [Ausgewählte Themen der Kalibrierung von Verkehrsmodellen]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The expected learning outcome is verified in the form of a project work with an included presentation. The work is composed of 1 integrated project that each student undertakes individually, aimed at assessing the students' achievement of the learning outcomes.

The project is designed to enable the participants, to demonstrate their ability of applying the presented calibration concepts in several stages (15% data analysis and preparation, 10% development of the experimental design, 25% choice and implementation of the calibration algorithm, 15% integration in the simulation platform, 15% execution of the simulations, 20% capture and analysis of the results). This method of evaluation has been chosen based on the nature of the course (working with real data and software, and exploring the applicability of alternative analysis methods to achieve a well-defined goal). A final presentation will provide the opportunity to the students to organize their work, and receive more formal feedback, while the main deliverable will be the final report, which should be between 30 and 50 pages. The final grade will be determined as a weighted average of the presentation and final report in the following way: final presentation 25%, final report 75%.

This module is also available to the participants of the TUM Skills Excellence Program. For the participants of this programme there are 30 places available.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Traffic simulation and optimisation fundamentals are useful, but not strictly required; familiarity with scripting (e.g. in matlab/python) is a plus

### **Inhalt:**

The content of the module aims to provide the participants with an overview of the core calibration and validation principles for transportation systems analysis, as well as a hands-on practical semester-long project that will allow them to apply what they learn to a real-world problem with state-of-the-art software. The following key areas will be covered:

- Development of an overall calibration and validation procedure
- Identification and selection of calibration and validation parameters
- Choice of suitable goodness-of-fit measures
- Data cleaning and quality assessment
- Sensitivity analysis
- Management of massive computational complexity
- Assessment, analysis and exploitation of calibration and validation outputs
- Visualization and systematic presentation of outputs and results

### **Lernergebnisse:**

After the completion of the course, the student will be in a position to perform, assess and evaluate systematic calibration procedures for all types of simulation models. The aims of this course enable the students to:

- identify appropriate calibration and validation procedures for a given transportation systems data set and research question;
- understand the ideas behind the main calibration and validation methods, their purposes, their assumptions and their limitations;
- apply systematic calibration and validation methods using suitable software tools (e.g. interfaces based on matlab or python, as well as transport simulation software), and interpret the results;
- critically evaluate calibration and validation outputs and prepare outputs for use by different types of decision makers (engineers, managers, policy-makers)

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Format: Project

Lectures introduce the students to the concepts of model calibration and validation using slide presentations, supported by whiteboard writing and discussions, and provide an overview of the available quantitative methods. Suitable software is introduced by the lecturers and provided to the students, along with all necessary data, in order to perform the required project work. The software comprises the traffic simulation software sumo, along with a matlab interface and python interfaces linking matlab and sumo. The students need to primarily interact with the software platform primarily through the matlab interface, through which they develop and execute the calibration algorithms. At the end of the project, the participants need to describe the algorithm that they implemented, document the process they followed in applying the experimental setup, summarize the simulation results that they obtained and comment on them (e.g. identify limitations, or aspects they could have improved). The lecturers work with the students during the remaining

time, and the students also work individually between lectures. The project work will be completed individually by each participant.

**Medienform:**

Presentation slides, whiteboard, readings, software and data

**Literatur:**

Daamen, W., Buisson, C., & Hoogendoorn, S. P. (Eds.). (2014). Traffic Simulation and Data: Validation Methods and Applications. CRC Press.

Antoniou, C., J. Barcelo, M. Brackstone, H.B. Celikoglu, B. Ciuffo, V. Punzo, P. Sykes, T. Toledo, P. Vortisch and P. Wagner (2014), Traffic Simulation: Case for Guidelines, (M. Brackstone, V. Punzo, eds), JRC Scientific and Technical Research Report, EUR 26534 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-35578-3.

Antoniou, C., J. Barceló, M. Breen, M. Bullejos, J. Casas, E. Cipriani, B. Ciuffo, T. Djukic, S. Hoogendoorn, V. Marzano, L. Montero, M. Nigro, J. Perarnau, V. Punzo, T. Toledo and H. van Lint (2016). Towards a generic benchmarking platform for OD flows estimation/updating algorithms: design, demonstration and validation. Transportation Research Part C, 66, pp. 79-98.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Special Topics on Model Calibration (Projekt, 2 SWS)

Antoniou C [L], Antoniou C, Cantelmo G, Qurashi M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU70008: Urbane Verkehrssysteme: Betriebsforschung und neue Mobilitätstechnologien | Urban Transportation Systems: Operations Research and Emerging Mobility Technologies [Urban Transportation Systems]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Only for SS2020: The examination of the module consists of one final written exam (60 min) on operations research and one take-home essay to be written for emerging mobility technologies.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Applied probability and statistics (e.g. BGU70009)

#### **Inhalt:**

The module provides students with an overview of the advanced mathematical analytics for modeling operations of urban transportation systems. The module covers the following components:

- Probabilistic modeling (Poisson Processes, Geometric Probability, Perturbation, Crofton's Method)
- Queueing Theory and Its Applications (Birth-and-Death Process)
- Network Optimization Models (Shortest-Path, Maximum Flow, Minimum Cost, Facility Location)
- Linear Programming (Network Simplex Method)

Besides, this module provides its students with an overview of the effects of emerging forms of transportation, such as ride-hailing and Mobility-as-a-Service (MaaS). The literature on behaviour effects and traffic externalities is analysed in detail, and then the elements for the regulation of these technologies are discussed. The following key areas will be covered:

- The concept of sharing economy
- Ride-hailing: effects on travel behaviour and traffic externalities
- Ride-hailing and substitute modes: competition and increased efficiency
- Regulation of ride-hailing: pricing and optimal fleet size.
- Shared fleet optimal deployment and optimal routing.
- Mobility-as-a-service: bundling future transportation modes.
- Shared mobility and vehicle ownership: future scenarios and the role of the regulator.

### **Lernergebnisse:**

After completion of the module, the students will understand the methodological and empirical basis for the analysis of emerging transportation technologies such that ride-hailing, shared ride-hailing and mobility as a service. The students will have established a solid theoretical foundation and knowledge base for modeling of urban transportation and service systems. Therefore, the students are able to:

- understand the mathematics behind urban operation research methods, their assumptions and limitations;
- apply modern techniques to formulate a mathematical operations research model and interpret the results;
- identify the main analytical models (e.g., optimization models) and econometric tools for the analysis of behaviour and traffic effects of such technologies.
- design an economic model for the regulation of ride-hailing and to solve it.
- discuss the latest research on merging transportation modes and identify the main elements that a regulation should have.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of lectures with integrated exercises.

Lectures introduce the students to the concepts of probabilistic analysis and modeling, queueing models, graph theory, and linear programming methods for modeling urban transport systems or network-wide optimization.

Besides, integrated practical exercises provide the students with the theoretical basics of the assessment of emerging modes, e.g. the various parts of appropriate optimization and econometric models presented in the literature. A social welfare maximization model for the regulation of ride-hailing will be solved in the lectures by the students with support from the lecturer, and applied to realistic scenarios using empirical values for input variables and attributes. State-of-the-art papers will be presented and discussed.

Along the course, lectures will use slide presentations, supported by whiteboard writing. Student discussion and active participation will be encouraged throughout the lectures. All methods and calculations will be illustrated with practical examples. Exercises will be given to students following each major topic, and the solutions will be presented and explained in the lectures.

The module will be shifted to the winter term, starting with winter semester 2022/23.

**Medienform:**

The contents are provided with presentation slides, whiteboard, exercises, readings.

**Literatur:**

- Circella, G., F. Alemi, K. Tiedeman, S. Handy and P. Mokhtarian (2018). The Adoption of Shared Mobility in California and Its Relationship with Other Components of Travel Behavior Report, National Center for Sustainable Transportation, United States.
- Docherty, I., G. Marsden and J. Anable (2018). The governance of smart mobility. Transportation Research Part A: Policy and Practice 115: 114-125.
- Hall, J. D., C. Palsson and J. Price (2018). Is Uber a substitute or complement for public transit? Journal of Urban Economics 108: 36-50.
- Henao, A. and W. E. Marshall (2018). The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled. Transportation <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9923-2>.
- Hillier, S. F., Lieberman, J. G. (2001) Introduction to operations research, 7th ed., McGraw-Hill
- Kamargianni, M. and M. Matyas (2017). The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service. 96th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting, 8-12 January 2017, Washington DC.
- Larson, R. and Odoni, A. (1981) Urban Operations Research, Prentice Hall, (available at: [http://web.mit.edu/urban\\_or\\_book/www/book/](http://web.mit.edu/urban_or_book/www/book/))
- Matyas, M. and M. Kamargianni (2018). The potential of mobility as a service bundles as a mobility management tool. Transportation.
- Rader, J. D. (2010) Deterministic Operations Research: Models and Methods in Linear Optimization. John Wiley and Sons
- Shaheen, S. (2018). Shared Mobility: The Potential of Ridehailing and Pooling. Three Revolutions. Island Press, Washington, DC: 55-76.
- Tirachini, A. and A. Gómez-Lobo (2018). Does ride-hailing increase or decrease vehicle kilometers traveled (VKT)? A simulation approach for Santiago de Chile. International Journal of Sustainable Transportation. Forthcoming.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV000018: Massivbau Grundmodul | Concrete and Masonry Structures Basic Module [MB GM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                                 |                              |                                          |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5           | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer 90 minütigen schriftlichen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Studierenden die grundlegenden Konzepte zum Materialverhalten und zu den Grundlagen der Bemessung von Stahlbeton- und Mauerwerksbauten komprimiert wiedergeben können sowie Lösungen in Form von durchzurechnenden Aufgaben zu Anwendungsproblemen in diesen Bereichen unter zeitlichem Druck aufzeigen können.

Die Klausur gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil der Prüfung besteht aus allgemeinen Fragen (Dauer 30 Minuten), deren Antworten von den Studierenden selbst formuliert werden müssen und/oder durch Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten bestehen. In diesem Teil sind keine Hilfsmittel zugelassen, so dass die Studierenden wesentliche Verständnisfragen aus dem Gedächtnis beantworten können müssen. Der zweite Teil der Prüfung besteht aus Rechenaufgaben zu den behandelten Themengebieten (Dauer 60 Minuten), wobei papierbasierte Unterlagen, Zeichenutensilien sowie ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen sind. Der zweite Teil der Prüfung erfolgt unter Verwendung von Hilfsmitteln, da die Studierenden zur Lösung der Prüfungsaufgaben auf in der Praxis gängige Bemessungshilfsmittel zurückgreifen können müssen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

mindestens die Module:

- Modul BGU43020T2: Technische Mechanik 1

- Modul BGU43021: Technische Mechanik 2
  - Modul BGU32030: Statik 1
- der Fakultät BGU der TUM sollten erfolgreich abgelegt sein.

### **Inhalt:**

#### Stahlbetonbau

- Stahlbeton (nach DIN EN 1992-1-1):
- Einführung, Entwicklung Massivbau
- Grundlagen Stahlbetonbau
- Sicherheitstheorie
- GZT: Biegung mit und ohne Normalkraft
- GZT: Bauteile mit und ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung
- Zugkraftdeckung
- Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
- Verankerung der Bewehrung
- Bauliche Durchbildung;

#### Mauerwerk:

- Grundlagen Mauerwerksbau
- Bemessung von Mauerwerk nach DIN EN 1996

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Materialeigenschaften der Baustoffe Beton und Stahl zu verstehen sowie deren Zusammenwirken als Stahlbeton und der daraus resultierenden Tragwirkung zu analysieren. Des Weiteren verstehen die Studierenden die Hintergründe zum grundlegenden Teilsicherheitskonzept und können die Grundlagen für die Bemessung für Biegung und Querkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie die Grundlagen der Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1 anwenden. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen des Verhaltens von Mauerwerk zu verstehen und die entsprechenden Bemessungskonzepte nach DIN EN 1996 anzuwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. In der Vorlesung werden die wesentlichen Kompetenzen und Lehrinhalte grundsätzlich in Form eines klassischen Vortrags mit ständiger Unterstützung durch eine Powerpoint-Präsentation vermittelt. Besondere Detailspekte oder für das Gesamtverständnis bedeutende Gesichtspunkte werden durch Tafelanschrieb schrittweise hergeleitet und anschaulich erläutert. Dieses Vorgehen ermöglicht den Studierenden eine übersichtliche und klar lesbare Darstellung der Inhalte und fördert das konzentrierte Zuhören und somit auch das Verständnis der Studierenden. Der Vorlesungsstoff wird durch regelmäßige, an den Fortgang der Vorlesung angepasste Hörsaalübungen vertieft. Die Übung bedient sich eines Lückenskripts, in dem die Sachverhalte der Vorlesung durch Berechnungsbeispiele gestützt und vertieft werden. Durch die Kombination der theoretischen Vorlesung mit der praktischen Übung wird eine optimale Umsetzung des Vorlesungsinhalts ermöglicht.



Um den Lernprozess zu verstärken und besser auf die schriftliche Prüfung vorzubereiten, werden Seminare und Aufgabenblätter angeboten, deren Bearbeitung freiwillig ist.

Zur Vertiefung des theoretisch vermittelten Wissens wird eine Tagesexkursion angeboten.

**Medienform:**

PowerPoint, Übungsskript, Tafelarbeit

**Literatur:**

ZILCH, ZEHETMAIER (2010): Bemessung im konstruktiven Betonbau, 2. Auflage, Springer Verlag

SCHNEIDER (2009): Bautabellen für Ingenieure, Werner Verlag

POHL, SCHNEIDER, WORMUTH, OHLER, SCHUBERT: Mauerwerksbau - Baustoffe, Konstruktion, Berechnung, Ausführung, Werner Verlag

**Modulverantwortliche(r):**

Oliver Fischer (oliver.fischer@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV000063: Systemtheoretische Grundlagen des Projektmanagements | System-Theoretical Principles of Project Management [GL\_PM]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur in der die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, die gelehrten Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern die Methoden anzuwenden, deren Ergebnisse und Konsequenzen zu bewerten und darüber hinaus die Ansätze weiterzuentwickeln. Hilfsmittel werden dazu nicht zugelassen. Zur Lösung der Aufgaben sind teils eigene Formulierungen erforderlich, teils das Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

keine

#### **Inhalt:**

Projekte und Projektumfeld, grundlegende Definitionen; Management zweiter Ordnung, Systemtheorie, grundlegende Koordinationsmechanismen, Cross-Impact-Analyse. Erfolgsfaktoren, Bedeutung, Identifikation und Wechselwirkung; Prozessorientierte Projektorganisation, Entwicklungsmodelle, Organisationsstrukturen und Komplexität. Kosten- und Ressourcenplanung in komplexen Umgebungen, Kostenschätzung und Separabilität, Expertenverständnis, Kostenverfolgung. Termin- und Ablaufplanung, Grundlagen der Graphentheorie, kausale Netzpläne; unscharfe Prozesse, aktuelle Entwicklungen

**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Lehrinhalte zu verstehen, anzuwenden und weiter zu entwickeln. Damit können sie in ihrer späteren Berufspraxis einschlägige Sachverhalte analysieren und bewerten sowie entsprechende Aufgabenstellungen lösen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden durch Vorlesungen vermittelt. In betreuten Übungen bzw. Tutorien wird der Stoff an Beispielen in Interaktion mit den Studierenden vertieft.

**Medienform:**

Skript, "Power Point"-Präsentation, z.T. Tafelbild, Videos

**Literatur:**

Skript zur Vorlesung

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Wolfgang Eber (eb@bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV000066: Vergaberecht und Vergabeverfahren | Bidding, Tendering and Billing [VergR]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur in der die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, die gelehrten Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern die Methoden anzuwenden, deren Ergebnisse und Konsequenzen zu bewerten und darüber hinaus die Ansätze weiterzuentwickeln. Zugelassene Hilfsmittel werden in der Vorlesung bekannt gegeben. Zur Lösung der Aufgaben sind teils eigene Formulierungen erforderlich, teils das Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

keine

#### **Inhalt:**

Arten der Ausschreibung, Auswirkungen der Ausschreibung auf detaillierte Bausollbestimmung; Gegenüberstellung der Verfahren der Kostenermittlung und der unternehmerischen Kalkulation; Anwendung von Kalkulationshilfen (z.B. Sirados), Bewertung von Angebots- / Bieterkalkulation Preisspiegel; Projektbasiertes Kostencontrolling; Auszüge des Vergabehandbuches (EFB).

#### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Lehrinhalte zu verstehen, anzuwenden und weiter zu entwickeln. Damit können sie in ihrer

späteren Berufspraxis einschlägige Sachverhalte analysieren und bewerten sowie entsprechende Aufgabenstellungen lösen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden durch Vorlesungen vermittelt. In betreuten Übungen bzw. Tutorien wird der Stoff an Beispielen in Interaktion mit den Studierenden vertieft. Bezüge zur Berufspraxis werden auch durch Gastdozenten hergestellt.

**Medienform:**

Skript, "Power Point"-Präsentation, z.T. Tafelbild, Videos, Exkursionen

**Literatur:**

Skript zur Vorlesung

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Konrad Nübel (konrad.nuebel@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV000082: Immobilienfinanzierung | Financing of Real Estate [ImmoFin]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur in der die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, die gelehrten Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern die Methoden anzuwenden, deren Ergebnisse und Konsequenzen zu bewerten und darüber hinaus die Ansätze weiterzuentwickeln. Hilfsmittel werden dazu nicht zugelassen. Zur Lösung der Aufgaben sind teils eigene Formulierungen erforderlich, teils das Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Grundlagen der Immobilienfinanzierung, Kreditarten; Kreditsicherungspraxis; Refinanzierung; Pfandbriefsystem; Kreditrisiko; Strukturen der Immobilienfinanzierung; Verbriefung von Forderungen; Reits

#### Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Lehrinhalte zu verstehen, anzuwenden und weiter zu entwickeln. Damit können sie in ihrer späteren Berufspraxis einschlägige Sachverhalte analysieren und bewerten sowie entsprechende Aufgabenstellungen lösen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden durch Vorlesungen vermittelt. In betreuten Übungen bzw. Tutorien wird der Stoff an Beispielen in Interaktion mit den Studierenden vertieft. Bezüge zur Berufspraxis werden auch durch Gastdozenten hergestellt.

**Medienform:**

Skript, "Power Point"-Präsentation, z.T. Tafelbild, Videos

**Literatur:**

Skript zur Vorlesung

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Bing Zhu (bing.zhu@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV000086: Stadtplanung und Stadtentwicklung | Town Planning [StPl&Entw]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 30.

Die Modulprüfung besteht aus einer Projektarbeit und einer mündlichen Prüfung (30min) in der die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, die gelehrteten Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern die Methoden anzuwenden, deren Ergebnisse und Konsequenzen zu bewerten und darüber hinaus die Ansätze weiterzuentwickeln. Projekt und Prüfung werden gleich gewichtet.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

keine

#### **Inhalt:**

Planung und Steuerung städtebaulicher Entwicklungsvorhaben und -maßnahmen; Städtebauliche Perspektiven und Herausforderungen; Entwicklung und Förderung (z.B. Wohnungsbau); Gewerbeflächenentwicklung; Planungsaufgaben, Planungsrecht und Planungsinstrumente; Bebauungsplanverfahren; Städtebauliche Verträge; Bauordnungsrecht; PPP im Städtebau; Sozialgerechte Bodennutzung.

#### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Lehrinhalte zu verstehen, anzuwenden und weiter zu entwickeln. Damit können sie in ihrer



späteren Berufspraxis einschlägige Sachverhalte analysieren und bewerten sowie entsprechende Aufgabenstellungen lösen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden durch Vorlesungen vermittelt. In betreuten Übungen bzw. Tutorien wird der Stoff an Beispielen in Interaktion mit den Studierenden vertieft. Bezüge zur Berufspraxis werden auch durch Gastdozenten hergestellt.

**Medienform:**

Skript, "Power Point"-Präsentation, z.T. Tafelbild, Videos

**Literatur:**

Skript zur Vorlesung

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Bing Zhu (bing.zhu@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV020001: Kontinuumsmechanik | Continuum Mechanics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 90 minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die für die Mechanik wesentlichen Konzepte, darunter die kontinuumsmechanische Modellierung, die Beschreibung von Problemen in verschiedenen Koordinatensystemen mit Hilfe der Tensorschreibweise, die mechanischen Erhaltungsgleichungen sowie die Arbeits- und Energieprinzipien, komprimiert wiedergegeben, angewendet und bewertet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen mit Ausnahme einer bereitgestellten Formelsammlung.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Grundlagen der Differential- und Integralrechnung
- Grundlagen der Statik
- Grundlagen der Festigkeitslehre

#### Inhalt:

Die thematische Gliederung ist dabei die folgende:

- Einführung in die Tensorrechnung
- Beschreibung von Spannungszuständen in beliebigen krummlinigen Koordinaten
- Beschreibung von Verzerrungszuständen in Lagrange-Darstellung
- Energieerhaltung
- Massenerhaltung
- Stoffgleichungen
- Allgemeine Aufbereitung kontinuumsmechanischer Zusammenhänge zur Lösung nichtlinearer Probleme
- Bezüge zu Ansätzen der Technischen Mechanik (Torsion, Biegetheorie, Plattentheorie, Dynamik)
- approximative Lösungsverfahren

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul Kontinuumsmechanik sind die Studierenden in der Lage, die Methoden der Tensorrechnung anzuwenden sowie Spannungs- und Dehnungszustände eines gegebenen Systems zu bewerten. Die Studierenden können die Anwendbarkeit verschiedener Koordinatensysteme bewerten sowie die im Laufe des bisherigen Studiums an verschiedenen Stellen erläuterten Ansätze zur Beschreibung von Spannungs- und Dehnungszuständen analysieren. Die Studierenden sind ferner in der Lage, die erlernten Energiemethoden zu bewerten und auf numerische Näherungsverfahren wie die Finite-Elemente Methode oder die Randelementemethode zu übertragen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit einer integrierten Übung sowie einem Seminar. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag durch anschauliche Beispiele, reale und virtuelle Modelle sowie durch Diskussionen mit den Studierenden vermittelt. Des Weiteren soll die Vorlesung die Studierenden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen anregen. In den integrierten Übungen werden ausgesuchte Beispiele bearbeitet und konkrete Fragestellungen behandelt. In Ergänzung zu Vorlesung und integrierter Übung werden freiwillige Aufgabenblätter angeboten, in denen der Stoff vertieft und geübt wird. Im Seminar werden mögliche Lösungswege für die Aufgabenblätter vorgestellt und gemeinsam diskutiert. Dies ermöglicht es den Studierenden eigene Lösungen für die Aufgabenblätter zu verifizieren und somit ihr Wissen zu vertiefen. Außerdem haben die Studierenden in regelmäßigen Sprechstunden die Möglichkeit Fragen zum Stoff zu stellen.

### **Medienform:**

- Skriptum für die Vorlesung und Lückenskript für die integrierten Übungen mit Ergänzungen während der Veranstaltung (Tablet-PC mit Beamer)
- Mitschrift auf der Grundlage eines Tafelanschriebs für Rechenbeispiele
- Modelle wie z.B. Schaumstoffelemente und Kunststoffmembrane
- Animationen
- Aufgabenblätter werden zum Download bereitgestellt

### **Literatur:**

Schade, Neemann: Tensoranalysis. de Gruyter, 2009

Mehlhorn: Der Ingenieurbau, Grundwissen, Band Elastizitätstheorie. Ernst & Sohn, 1996  
Romano: Continuum Mechanics using Mathematica. Birkhäuser, 2005

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Kontinuumsmechanik (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Müller G, Schneider F

Seminar Kontinuumsmechanik (Seminar, 1 SWS)

Schneider F

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV030011: Computational Linear Algebra | Computational Linear Algebra

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Lernergebnis wird in einer 90-minütigen schriftlichen Klausur geprüft, um aufzuzeigen, inwieweit die Studierenden mit den behandelten Themen vertraut sind und die gelernten Konzepte und Methoden für konkrete Problemstellungen aus dem Bereich der linearen Algebra anwenden können. Dazu sind kurze Rechenaufgaben zu lösen sowie Fragen (u.a. zur Darstellung von Zahlen auf dem Rechner oder zu unterschiedlichen Eigenschaften von Matrizen und Gleichungslösern) in Textform oder durch Ankreuzen zu beantworten. Als Hilfsmittel sind gedruckte Unterlagen der Vorlesung (Folien und Übungsblätter) sowie eigene Notizen zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Kenntnisse einer Programmiersprache (etwa C/C++ oder Fortran)
- Ingenieurmathematik

#### Inhalt:

- Zahlendarstellung am Rechner (Eins- / Zwei-Komplement, Gleitkommazahlen)
- Grundlagen der linearen Algebra (Normen, Skalarprodukt)
- Matrizen (unterschiedliche Typen, Kondition, Spektralradius)
- Banach'scher Fixpunktsatz
- Direkte Lösungsverfahren (Gauss, Cholesky, QR-Zerlegung)
- Iterative Lösungsverfahren (Splitting-Methoden, Relaxierung, Krylov-Unterraumverfahren, Mehrgitterverfahren)

- Präkonditionierungsverfahren (Skalierung und unvollständige LU / Cholesky-Zerlegung)

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage

- unterschiedliche Darstellungsverfahren von Zahlen am Rechner zu verstehen und zur Kodierung von sowie Rechnung mit Ganzzahlen (Integer) und Gleitkommazahlen anzuwenden,
- die Grundlagen der linearen Algebra zu verstehen und unter Verwendung des Banach'schen Fixpunktsatzes zur Konvergenzanalyse von Gleichungslösern anzuwenden,
- unterschiedliche Typen von Matrizen zu kennen und zu klassifizieren sowie deren Merkmale (Kondition, Spektralradius) zu analysieren,
- verschiedene direkte Gleichungslöser sowie deren Komplexität (Laufzeit und Speicher) zu verstehen und auf eigene Problemstellungen anzuwenden,
- verschiedene iterative Gleichungslöser sowie deren Konvergenzverhalten zu verstehen und auf eigene Problemstellungen anzuwenden,
- Präkonditionierungsverfahren zu verstehen und anzuwenden sowie deren Auswirkungen auf lineare Gleichungssysteme zu analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul wird als Vorlesung angeboten und die Inhalte werden im Vortrag durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten werden Aufgabenblätter und deren Lösungen angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte nutzen sollen.

### **Medienform:**

Die Vorlesung wird hauptsächlich mittels PowerPoint-Folien präsentiert und durch Anschrieb auf Tafel oder Whiteboard ergänzt. Die Folien stehen den Studierenden komplett zum Download zur Verfügung.

### **Literatur:**

James W. Demmel. Applied Numerical Linear Algebra. SIAM 1997;  
Phillipe G Ciarlet. Introduction to Numerical Linear Algebra and Optimization. Cambridge University Press 1989;  
Gene H. Golub, Charles F. Van Loan. Matrix Computations. The John Hopkins University Press 1996

### **Modulverantwortliche(r):**

Alexander Braun (alex.braun@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Computational Linear Algebra (Vorlesung, 2 SWS)

Hug L, Kollmannsberger S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV030012: Datenbanken für Ingenieure | Engineering Databases** [EngDB]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

In the 60-minute exam the students have to demonstrate that they understand and are able to repeat the basic working principles of database theory within a limited timeframe. Additionally, they have to identify solutions and their implementations to technical application problems under time pressure accurately.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basic programming skills.

#### **Inhalt:**

This module includes the following topics:

- Conceptual database design
- Relational algebra
- Query language SQL
- Normalization
- Transactions
- Indexing
- Engineering applications

#### **Lernergebnisse:**

After completion of the module the students are able to:



- create a conceptual database design using the entity-relationship model;
- apply relational database theory;
- use the query language SQL;
- normalize a relational database schema;
- understand indexing structures;
- use databases for engineering applications.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The teaching results of the module are achieved by multiple coordinated components. The lectures are supported by PowerPoint presentations, blackboard scripts and movies illustrating computer simulations. The lecture contents are completed by exercises in the lecture hall.

**Medienform:**

Moodle e learning platform, presentations

**Literatur:**

Elmasri, R. Navathe, S.B. (2015): Fundamentals of Database Systems. 7th Edition, Pearson.

**Modulverantwortliche(r):**

Alex Braun (alex.braun@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Datenbanken für Ingenieure (Vorlesung, 2 SWS)

Abualdenien J, Borrmann A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV040005: Naturnahe Bauweisen | Nature-oriented Care

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur ohne Hilfsmittel.

Dort wird sowohl das Verständnis der Grundlagen als auch die Fähigkeit der Bewertung von Gewässerausbauten und Gewässerentwicklungskonzepten geprüft.

Die Klausur besteht zum Einen aus mit eigenen Formulierungen zu beantworteten Fragen, zum Anderen aus Planausschnitten und Abbildungen, in welche eigenständig entwickelte Konzepte eingearbeitet werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen wird der vorherige Besuch des Moduls "Angewandte Hydromechanik" (BGU41018T2).

#### Inhalt:

- Grundlagen: Hydrologie; Morphologie; EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Ökosystem Fließgewässer
- Eigenschaften und Kategorien von Fließgewässern und ihren Auen
- Arten von Eingriffen in Fließgewässer und ihre Auswirkungen
- Gewässerentwicklung und Grundlage eines Gewässerentwicklungsplans
- Ökologischer Gewässerausbau

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden dazu in der Lage:

- die Grundbegriffe der Hydrologie, der Morphologie und des Flussbaus zu erklären

- Merkmale und Funktionen von Fließgewässern und Auen zu demonstrieren
- die Lebensgemeinschaften und die Vegetation im Einflussbereich von Flüssen zu analysieren
- Grundsätze und Gestaltungselemente des ökologischen Gewässerausbaus zu kennzeichnen
- die Auswirkungen von verschiedenen Arten des Gewässerausbaus zu bewerten
- die zukünftige Gewässerentwicklung anhand unterschiedlicher Kriterien einzuschätzen

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung beinhaltet in einen Vortrag mit begleitender Präsentation, in welchem die theoretischen Inhalte in Kombination mit Praxisbeispielen aus dem Berufsalltag des Dozenten erläutert werden. Des weiteren werden Beispielprojekte während der Vorlesung vorgestellt. Diese werden dann von Kleingruppen während der Veranstaltung bearbeitet und von den Studierenden präsentiert. Auf diese Weise trainieren die Studierenden ihre Fähigkeiten in der Bewertung und Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten und in der Analyse von Gewässerausbauplänen.

**Medienform:**

Folien, Vorlesungsumdrucke, Pläne von Beispielprojekten

**Literatur:**

H. Patt, P. Jürging, W. Kraus, Naturnaher Wasserbau, Springer, Berlin, 2004

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Naturnahe Bauweisen (240763507)

Karl Deindl

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV040053: Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD) | Computational Fluid Dynamics [CFD]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird im Rahmen einer Klausur und eines Berichts (unbenotete Studienleistung) erbracht.

In der 60-minütigen Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen. An Hand von Verständnisfragen weisen die Teilnehmer nach, dass sie die theoretischen Konzepte numerischer Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen verstanden haben und dass sie numerische Effekte in einfachen Situationen differenzieren können. Durch Lösung von Aufgabenstellungen aus den Bereichen Diskretisierungsverfahren, numerische Approximation und Fehler, Stabilität und Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen zeigen die Teilnehmer, dass sie die vermittelten numerischen Konzepte und Methoden anwenden können.

Im Rahmen des Berichts werden wöchentlich in Gruppen bearbeitete Programmieraufgaben zusammengefasst, welche am Ende des Semesters in einem Abschlussvortrag (30 Minuten) präsentiert werden. Darin und in der anschließenden Diskussion und Befragung durch den Dozenten weisen die Teilnehmer nach, dass sie die korrekten Fachtermini beherrschen und numerische Lösungsverfahren an Hand der Ergebnisse charakterisieren können. Weiter zeigen sie, dass sie nach vorheriger Diskussion in der Gruppe, in der Lage sind, geeignete numerische Verfahren für die betrachteten Klassen von Strömungsproblemen auszuwählen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Transportmechanismen (BGU41020) bzw. Advanced Fluid Mechanics (BGU41021). Zudem

werden Kenntnisse in der Ingenieurmathematik (Lineare Algebra, Differentialrechnung, Integration, Vektoranalysis und Feldtheorie) und Grundkenntnisse der Programmiersprache Matlab vorausgesetzt.

**Inhalt:**

- Grundgleichungen der Fluidmechanik
- Komponenten eines numerischen Verfahren
- Finite-Differenzen-Verfahren
- Numerische Approximation
- Zeitintegration
- Analyse von Diskretisierungsverfahren
- Methode der gewichteten Residuen
- Finite-Volumen-Verfahren
- Lösung der Navier-Stokes Gleichung
- Lösung der Poissongleichung
- Programmierung eines eindimensionalen Verfahrens zur Lösung der Konvektions-Diffusions-Gleichung mit Hilfe von Matlab
- Programmierung eines zweidimensionalen Löser für die Navier-Stokes-Gleichungen (inkompressibel) in der Programmiersprache Matlab
- Analyse numerischer Fehler

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die grundlegenden Komponenten eines numerischen Verfahrens zu verstehen
- Finite-Differenzen und Finite-Volumen-Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen herzuleiten
- In der Gruppe eine Aufgabenstellung zu bearbeiten und die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit unter Verwendung von Fachtermini zu diskutieren
- numerische Fehler auf Basis von Taylorreihenanalyse und Fourier-Analyse zu bestimmen
- Stabilitäts- und Konvergenzeigenschaften eines numerischen Verfahrens zu charakterisieren
- die Qualität einer numerischen Simulation zu bewerten
- explizite und implizite numerische Zeitintegrationsverfahren zu implementieren
- verschiedene Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichung für inkompressible Strömungen in einem Strömungslöser zu implementieren
- geeignete numerische Verfahren für unterschiedliche Klassen von Strömungsproblemen zu ermitteln

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden in einer Vorlesung und einer Programmierübung vermittelt. Im Rahmen der Vorlesung werden grundlegende Begriffe, Konzepte und Methoden durch Tafelanschrieb, Präsentationsfolien und an Hand von Fallbeispielen vermittelt. Im Rahmen der Programmierübung werden unterschiedliche numerische Komponenten eines Strömungslösers mit Hilfe einer Programmiersprache implementiert. Die Teilnehmenden lösen in selbständiger Gruppenarbeit Programmieraufgaben und bekommen Unterstützung durch den Dozenten. Am Ende der

Veranstaltung werden die Ergebnisse der Gruppenarbeiten in kurzen Vorträgen präsentiert und mit den Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Tafel, Präsentationen, Mitschrift, Skriptum, e-Learning, Matlab- Programmcodes

**Literatur:**

- Vorlesungsskript
- J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer-Verlag, 2002.
- P. Moin, Fundamentals of Engineering Numerical Analysis, Cambridge University Press, 2001

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV070006: Praktikum Analytik und Prüftechnik | Practical Course Analysis and Testing

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer Projektarbeit, in der ein praxisnahes Fallbeispiel im Rahmen der Mikroskopie, der Röntgenbeugungsanalyse, der Thermoanalyse, der chemische Analytik, der Lasergranulometrie und Luftstrahlsiebung, der Bestimmung von Porosität oder der Bestimmung von Oberfläche und Korngrößenverteilung behandelt wird. Das Verständnis über Funktionsweisen, Anwendungsgebiete und Informationsgehalt der behandelten Analysemethoden soll in dieser Projektarbeit, die in Kleinstgruppen (2-3 Studierenden) durchgeführt wird, dargelegt werden.

Die konkreten Aufgabenstellungen werden den Studierenden am Ende Vorlesungszeit bekannt gegeben und müssen innerhalb von 2 Wochen bearbeitet werden. Der schriftliche Bericht muss mindestens 10, darf aber maximal 20 Seiten umfassen.

Die Note ergibt sich für jeden Studierenden der jeweiligen Kleinstgruppe aus dem abgegebenen Bericht, d.h. jeder Studierende innerhalb der jeweiligen Kleinstgruppe erhält die gleiche Note.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Abgeschlossenes Bachelorstudium des Bauwesens (Architektur, Bauingenieurwesen o.ä.), der Ingenieur- oder Naturwissenschaften; Grundlagenausbildung in den Gebieten Mathematik, Physik, Chemie, Werkstoffkunde

**Inhalt:**

Untersuchung von Baustoffen mit folgenden Methoden:

- Mikroskopie
- Röntgenbeugungsanalyse
- Thermoanalyse
- Chemische Analytik
- Lasergranulometrie und Luftstrahlsiebung
- Bestimmung von Porosität
- Bestimmung Oberfläche & Korngrößenverteilung

Darüber hinaus werden praxisnahe Fallbeispiele erst in Kleingruppen von Studierenden bearbeitet und dann gemeinsam mit dem Dozenten besprochen.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Funktionsweise, das Anwendungsgebiet und den Informationsgehalt der behandelten analytischen Methode zu beurteilen und relevanten Vor- und Nachteile zu beschreiben. Durch Praxisbeispiele und die Laborarbeit haben die Studierenden gelernt, wie analytische Methoden im Labor funktionieren und können deren Zeit und Materialaufwand abschätzen. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage die wesentlichen zur Charakterisierung von mineralischen Werkstoffen relevanten analytischen Methoden gezielt im Kontext einer aktuellen Problemstellung mit Bauwerkstoffen zu evaluieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

In der Veranstaltung werden die theoretischen Lehrinhalte in Form einer klassischen Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation vermittelt. Berechnungsbeispiele werden auf Overheadfolien oder an der Tafel unter Einbeziehung der Studierenden durchgeführt. Teilweise werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung und zum besseren Verständnis der Sachverhalte verwendet.

Um den Studierenden die besprochenen Analysemethoden zu zeigen, werden in den Laboren direkt im Anschluss zur Lehrveranstaltung Fallbeispiele von den Studierenden in Kleingruppen (2 – 3 Studierenden) weitgehend eigenständig durchgeführt. Die Auswertungen der gewonnenen Versuchs- und Prüfungsergebnisse werden von den Studierenden alleine durchgeführt und anschließend mit dem Dozenten besprochen. Hierbei lernen die Studierenden die neu gewonnenen theoretischen Kenntnisse mit der Praxis zu verbinden sowie die Ergebnisse wissenschaftlich darzustellen und zu interpretieren.

Ein wichtiger Baustein im Rahmen der Projektarbeit ist das Arbeiten im Team. Da jeder Studierende einer Kleinstgruppe gleich bewertet wird, ist ein zielorientiertes und zeiteffizientes Denken, Diskutieren und Ausarbeiten des Berichts für einen erfolgreichen Abschluss des Moduls von großer Bedeutung.

**Medienform:**

Skripte, Demonstrationsversuche und eigene Experimente, Power-Point-Präsentationen



**Literatur:**

Die Studierenden erhalten zu jedem Thema ein Skript. Darin ist eine Auflistung der empfohlenen Literatur für die Themengebiete enthalten

**Modulverantwortliche(r):**

Harald Hilbig (harald.hilbig@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Praktikum Analytik und Prüftechnik (2 SWS)

Harald Hilbig (harald.hilbig@tum.de)

Liudvikas Urbonas (urbonas@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV110005: Seminar Bauphysik | Seminar Building Physics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                    |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Unregelmäßig |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30       |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis wird durch die Abgabe einer Hausarbeit am Ende des Semesters erbracht, aus welcher sich die Note für das Modul ergibt.

Das Ziel der Ausarbeitung ist der Nachweis, dass die im Rahmen des Seminars erarbeiteten Themen aus dem bauphysikalischen Kontext verstanden wurden und schriftlich wiedergegeben werden können. Dazu müssen im Laufe des Semesters in Eigenarbeit Problemstellungen zu einem bauphysikalisch Modellraum analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden, umgesetzt und dokumentiert werden.

Die Erstellung der Hausarbeit erfordern das wissenschaftliche Wiedergeben von erlernten Abläufen, Methoden und Zusammenhängen.

Zur Erstellung der Seminararbeit sind alle Hilfsmittel zugelassen. Hierbei wird Wert auf wissenschaftlich korrektes Arbeiten (insbesondere Zitierweise) gelegt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Grundkenntnisse der bauphysikalischen Zusammenhänge
- Verstehen von Planunterlagen
- Konstruktives Verständnis von Aufbauten und Details um bauphysikalische Erkenntnisse darauf anwenden zu können
- Kenntnisse der Inhalte aus den Veranstaltungen:
- Bauphysik Grundmodul
- Bauphysik Ergänzungsmodul

**Inhalt:**

- Aktuelle, meist fächerübergreifende bauphysikalische Themen: Feuchte, Schall, Wärme, Licht, Nachhaltigkeit - Semesterweise sich ändernde Themen- und Fragestellungen
- Einführung in das zu bearbeitende Thema
- Themenbezogener praktischer oder theoretischer Schwerpunkt
- ggf. Einführung in notwendige Spezialsoftware

Selbsterarbeitete Themen werden von den Studierenden in Seminarform präsentiert und diskutiert.

**Lernergebnisse:**

In kleinen oft interdisziplinären Teams wird ein aktuelles Thema der Bauphysik erfasst. Die Studierenden sind nach der Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung in der Lage, eine fachgerechte Vermittlung bauphysikalischer Zusammenhänge zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrveranstaltung beinhaltet eine klassische Vorlesung und Workshops mit Experimenten. Zusätzlich werden den Studierenden weiterführende Information zu den einzelnen Themengebieten in einem Online-Lernraum zur Verfügung gestellt.

Dies ermöglicht es, im intensiven Austausch mit den Studierenden zu treten, Fragen zeitnah und persönlich zu beantworten und die Experimente selbstständig durchführen zu können. Im Online-Lernraum können diese Fragen dann weiter diskutiert und zusätzlich Information zu einzelnen Themen bereitgestellt werden.

**Medienform:**

Powerpoint-Präsentationen und themenabhängige Fachliteratur

Ggf. spezielle Software aus dem Bereich der thermischen Simulation, LCA, LCC, etc.

**Literatur:**

Fachliteratur wird speziell an die jeweiligen Themen angepasst zur Verfügung gestellt.

**Modulverantwortliche(r):**

Klaus Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Bauphysik Seminar (Seminar, 2 SWS)

Peikos A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV110006: Bauphysik in der Praxis | Building Physics in Practice

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur. Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die im Rahmen der Vortragsveranstaltung durch meist externe Referenten vorgetragenen Themen aus dem bauphysikalischen Kontext verstanden wurden und komprimiert wiedergegeben werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden. Dies beinhaltet insbesondere baupraktische bauphysikalische Fragen aus den Bereichen Energie inklusive Luftdichtheitsprüfung, Schall, Feuchte und Beleuchtung. Die Antworten erfordern das Lösen von kurzen Rechenaufgaben, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf teils eigene Formulierungen liegt. In der Klausur sind keine Hilfsmittel bis auf einen einfachen Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Bauphysik Grundmodul
- Bauphysik Ergänzungsmodul

#### Inhalt:

Es werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Bauphysik, von externen Referenten aus Industrie und verschiedenen Institutionen vorgetragen.

**Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, aktuelle bauphysikalische Fragestellungen der Baupraxis zu verstehen. Sie können Problemstellungen in den Bereichen Energie inklusive Luftdichtigkeitsprüfung, Schall, Feuchte und Beleuchtung analysieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrveranstaltung beinhaltet klassische Vorlesungen und ggf. Workshops mit Experimenten bzw. die Durchführung exemplarischer Messungen.

Zusätzlich hierzu werden den Studierenden weiterführende Information zu den einzelnen Themengebieten in einem Online-Lernraum zur Verfügung gestellt.

Dies ermöglicht es, den Gastdozenten, im intensiven Austausch mit den Studierenden zu treten, Fragen zeitnah und persönlich zu beantworten und ggf. die Experimente selbstständig durchführen zu können. Im Online-Lernraum können diese Fragen dann weiter diskutiert und zusätzlich Information zu einzelnen Themen bereitgestellt werden.

**Medienform:**

Tafel, Powerpoint-Präsentationen, ggf. Experimente und Workshops

**Literatur:**

- Kohler, St., et.al.: Energieeffizienz von Gebäuden. Wüstenrot Stiftung, Karl Krämer Verlag Stuttgart + Zürich (2006).
- Gösele, K., Schüle, W., Künzel, H.: Schall, Wärme, Feuchte. Bauverlag Wiesbaden, 10. Auflage (1997).
- von Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B., Lovins, L. H.: Faktor vier. Doppelter Wohlstand halbiertes Naturverbrauch. Droemer Knauer, München (1996).
- Bansal, N.K.; Hauser, G. und Minke, G.: Passiv Building Design. A Handbook of Natural Climatic Control. Elsevier Science B.V., Amsterdam, London, New York, Tokyo (1994).
- Hauser, G., Höttinger, K., Stiegel, H. und Otto, F.: Heizenergieeinsparung im Gebäudebestand. Hrsg.: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung (2001).

**Modulverantwortliche(r):**

Klaus Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV110050: Nachhaltigkeit von Gebäuden | Sustainability of Buildings

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Seminararbeit am Ende des Semesters erbracht. Voraussetzung dafür ist ein verpflichtender Vortrag im Rahmen des Seminars zum jeweiligen Themengebiet der Seminararbeit. In dieser soll nachgewiesen werden, dass nur mit der Hilfe zitierter Quellen Aufgaben im Bereich der Nachhaltigkeit von Gebäuden analysiert und bewertet werden und Wege zu einer Lösung gefunden werden können. Die Themenbereiche der Seminararbeiten und der zugehörigen Vorträge gehen über den gesamten Stoff. Dies bezieht insbesondere das Verständnis zu nationalen und internationalen Bewertungsmethoden für das nachhaltige Bauen, zugehörige ökologische, ökonomische und soziale Aspekte sowie Zertifizierungsabläufe ein. Die Seminararbeiten erfordern geeignete selbst entwickelte Gliederungen, eigene Formulierungen und eigene inhaltliche Lösungen zu den gestellten Aufgaben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Internationale Bewertungsmethoden für nachhaltiges Bauen u.a. LEED (USA), BREEAM (Großbritannien) und DGNB (Deutschland)  
Ökologische, Ökonomische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit von Gebäuden  
Zertifizierungsprozesse und Kriterien der unterschiedlichen Systeme

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Lehrveranstaltung in der Lage nationale und internationale Bewertungsmethoden und Zertifizierungsabläufe (DGNB, LEED, BREEAM und andere) für Gebäude zu verstehen und die Bewertung einzelner Kriterien anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul wird als Seminar mit Vorträgen von Seiten der Lehrenden und der Lernenden abgehalten. Die Vermittlung der Kompetenzen und Inhalte erfolgt durch diese Vorträge. Zudem wird der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden sowie zwischen den Lernenden untereinander genügend Raum im Sinne von wissenschaftlichen Diskussionen eingeräumt. Die schriftliche Ausarbeitung (Seminararbeit) dient dazu spezifische Fragestellungen zu vertiefen und ebenfalls Kompetenzen und Inhalte zu vertiefen. Der wesentlicher Anteil der Eigenstudiumsstunden wird zur Anfertigung der Seminararbeit verwendet.

**Medienform:**

Powerpoint, eTeaching

**Literatur:**

- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen: Das Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen, Aufbau Anwendung - Kriterien; Stuttgart (2009).
- Informationsportal Nachhaltiges Bauen des BMVBS: <http://www.nachhaltigesbauen.de/>
- World Green Building Council: <http://www.worldgbc.org/about-worldgbc/who-we-are>
- U.S.Green Building Council: LEED 2009 for New Construction and Major Renovations; Washington (2008).
- SB Alliance: The SB Alliance. A research based assessment oriented organization; Paris (2008).
- Essig, N.: Die Bemessung der Nachhaltigkeit; in db, Ausgabe 5, S. 62-65; Leinfelden Echterdingen (2009).
- BRE Global: BREEAM Offices 2008 Users Manual; Watford; 2008.
- Larson, N: Rating Systems and SBTool, The International Initiative for a Sustainable Built Environment; Seoul (2007).

**Modulverantwortliche(r):**

Klaus Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](http://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV120003: Erd- und Dammbau | Earthworks and Embankments [EuD]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur. Als Hilfsmittel sind sämtliche Studienunterlagen, Literatur und einfache wissenschaftliche Taschenrechner zugelassen.

Die Prüfung besteht aus allgemeinen theoretischen Fragen und Berechnungen. Durch die allgemeinen Fragen zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit, Boden und Fels als Erdbaustoff zu beschreiben, seine bautechnischen Eigenschaften zu analysieren und zu klassifizieren sowie diese für die Eignung zu diversen Herstellungsverfahren für Erddämme zu bewerten. Anhand kleinerer Berechnungen zeigen die Studierenden, dass Sie in der Lage sind Bauverfahren zu optimieren sowie bodenmechanische Kenntnisse auf den Erd- und Dammbau zu transferieren.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

#### Inhalt:

- Erdbaustoffe

- Baubetrieb
- Bodenverdichtung
- Bodenverbesserung/-verfestigung
- Einschnitte und Dämme
- Hinterfüllungen
- Sickerschichten
- Qualitätssicherung

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- Boden und Fels als Erdbaustoff zu beschreiben sowie
- Boden und Fels als Erdbaustoff für Ausschreibungen zu klassifizieren
- Boden und Fels für bautechnische Zwecke einzugruppieren
- grundlegende Zusammenhänge mit der Herstellung von Erd- und Dammbauwerken zu beschreiben
- vorgestellte Herstellungsverfahren zu analysieren
- Bauverfahren zu optimieren
- Qualitätsmanagementverfahren zu entwickeln
- bodenmechanische Kenntnisse auf den Erd- und Dammbau zu transferieren

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Die PowerPoint-Folien werden für die Studierenden aufbereitet und sowohl als Umdruck in der Vorlesung als auch über die e-learning Plattform Moodle zur Nachbereitung zur Verfügung gestellt.

### **Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit, Videos

### **Literatur:**

HEYER, Skript "Erd- und Dammbau"

VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

KOLYMBAS, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau; Springer-Verlag (Univ. Innsbruck)

LANG, HUDER, AMANN (2003): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)

SCHMIDT, H.-H. (2001): Grundlagen der Geotechnik Verlag Teubner

### **Modulverantwortliche(r):**

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, dirk.heyer@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung 2 SWS

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, dirk.heyer@tum.de

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV120008: Bodenmechanisches Praktikum | Soil Mechanics Lab [BMP]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Die Prüfung besteht aus allgemeinen theoretischen Fragen, durch die die Studierenden ihre Fähigkeit demonstrieren, bodenmechanische Kenngrößen zu nennen, die theoretischen Hintergründe zu bodenmechanischen Versuchen zu erklären sowie Aufbau, Durchführung und Auswertung der Versuche zu beschreiben. Der Schwerpunkt der Antworten liegt auf eigenen stichwortartigen Formulierungen. Teilweise sind auch kleinere Berechnungen gefordert.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

#### **Inhalt:**

- Feldversuche
- Dichtebestimmung im Labor

- Proctorversuch
- Durchlässigkeitsversuch
- Kompressionsversuch
- Rahmenscherversuch
- Triaxialversuche

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- bodenmechanische Kenngrößen zu kennen
- theoretische Hintergründe zu bodenmechanischen Versuchen zu verstehen
- Versuche theoretisch zu beschreiben und durchzuführen
- die durchgeführten Versuche auszuwerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Versuche zur Veranstaltung finden in den Laboreinrichtungen des Zentrum Geotechnik in 81245 München-Pasing statt und sind praxisorientiert. Im Zuge einer kurzen theoretischen Einführung unterstützt durch eine PowerPoint-Präsentation profitieren die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten. Zur Veranschaulichung führen die Studenten anschließend alle Versuche in kleinen Gruppen selbstständig im Labor durch. Dabei werden die Versuchsergebnisse in versuchsspezifische Formblätter festgehalten und allen Studierenden zur freiwilligen Auswertung ausgehändigt.

### **Medienform:**

Labortechnik, Skript, Powerpoint-Präsentation

### **Literatur:**

VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

KOLYMBAS, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau; Springer-Verlag (Univ. Innsbruck)

LANG, HUDER, AMANN (2003): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)

SCHMIDT, H.-H. (2001): Grundlagen der Geotechnik Verlag Teubner

### **Modulverantwortliche(r):**

Sven Manthey M.Sc., s.manthey@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Bodenmechanische Laborübung (Übung, 2 SWS)

Uday A, Witty A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV120062: Geotechnik Vertiefung III | Advanced Geotechnics III** [VGEOIII]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>4         | <b>Gesamtstunden:</b><br>120 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>75 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur.

Die Prüfung besteht sowohl aus allgemeinen Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus Berechnungen und Bemessungsaufgaben. Es wird umfassend nachgewiesen, dass die Studierenden sowohl ein Verständnis für grundlegende Zusammenhänge entwickelt haben als auch Bemessungsaufgaben in begrenzter Zeit lösen können. Hierzu zählen:

- Kenntnisse über Bauverfahren im Spezialtiefbau und zugehöriger Nachweise
- Bemessung von Baugrubenumschließungen
- Bemessung von Pfahlgründungen

Antworten müssen stichpunktartig formuliert werden bzw. erfordern ausführliche Berechnungen.

Neben dieser Modulprüfung wird in der Vorlesung eine freiwillige Mid-Term-Leistungen angeboten.

Wird die Mid-Term-Leistung bestanden, wird die ermittelte Modulnote um 0,3 verbessert, wenn dies auf Grund des Gesamteindrucks den Leistungsstand des Studierenden besser kennzeichnet und die Abweichung auf das Bestehen der Prüfung keinen Einfluss hat. Die Mid-Term-Leistung kann beliebig oft wiederholt werden.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)

- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

**Inhalt:**

Spezialtiefbau: - Erddruckannahmen,

- Baugrubenumschließungen,
- Verankerungen,
- Schlitzwände,
- Injektionen,
- Düsenstrahlverfahren,
- Unterfangungen,
- Pfähle,
- Kinematische Elementmethode,
- Messtechnik, Beobachtungsmethode

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- Baugrundverbesserungsverfahren zu nennen,
- Nachweise für Pfahlgründungen durchzuführen,
- geeignete Erddruckannahmen für Baugrubenumschließungen zu wählen,
- Die Standsicherheit von Böschungen zu beurteilen,
- Notwendigkeit von Verankerungen zu erkennen und zu berechnen,
- Schlitzwandkonstruktionen nachzuweisen,
- Injektions-, Düsenstrahl- und Unterfangungsmaßnahmen zu entwerfen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist zunächst eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Teilweise werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. Filme zu Versuchen und Verfahren werden integriert. Der Vorlesungsstoff wird mittels Hörsaalübungen vertieft. Die Übung bedient sich eines Lückenskriptes, in dem die Sachverhalte der Vorlesung durch Berechnungsbeispiele gestützt werden.

**Medienform:**

Skript, Exkursionen, Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit, Videos

**Literatur:**

VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

KOLYMBAS, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau; Springer-Verlag (Univ. Innsbruck)

LANG, HUDER, AMANN (2003): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)

SCHMIDT, H.-H. (2001): Grundlagen der Geotechnik Verlag Teubner

**Modulverantwortliche(r):**

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, [dirk.heyer@tum.de](mailto:dirk.heyer@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung 1,5 SWS

Übung 1,5 SWS

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, [dirk.heyer@tum.de](mailto:dirk.heyer@tum.de)

Sven Manthey M.Sc., [s.manthey@tum.de](mailto:s.manthey@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BV150050: Umweltgeologie / Geochemie | Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>75 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

schriftliche Prüfung

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Semesterende

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basics of geology; organic and inorganic chemistry

#### **Inhalt:**

- Formation of elements and chemical composition of the crust and igneous rocks
- Aqueous solubility, weathering and geochemistry of natural waters
- geochemical effects of natural colloids
- acid mine/rock drainage, microbial processes, and remediation
- use of stable and radiogenic isotopes in environmental research
- environmental radioactivity
- origin, transport and biological uptake of toxic organic compounds
- particulates, mineral dusts, air pollutants, greenhouse gases, paleoclimate and carbon storage

#### **Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able

- to remember inorganic and organic natural and anthropogenic pollutants

- to understand the basic principles and processes related to distribution, transport and attenuation of hazardous elements in natural environments
- to design and assess isotope studies in environmental problems
- to evaluate the environmental risk of ores and mining wastes and plan remediation concepts

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is principally a lecture with power point presentations and black board writing. Important working materials such as figures and tables are accessible on-line. For a better learning outcome instructive demonstration materials (rock samples) are shown and given to the students. Some exercises are presented for homework.

**Medienform:**

powerpoint presentation; geological hands-on samples for illustration; handouts with important figures and tables

**Literatur:**

EBY GN (2003) Principles of Environmental Geochemistry, Brooks Cole.

SHERWOOD LOLLAR B (2005) Environmental Geochemistry (Treatise on Geochemistry, Vol.9), Elsevier.

LANGMUIR D (1997) Aqueous Environmental Geochemistry, Prentice Hall.

**Modulverantwortliche(r):**

Kurosch Thuro (Thuro@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Geology / Geochemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Gilg H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170004: Flussbau und Hydromorphologie | River Engineering and Hydromorphology [BUI River]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung, Bericht und Präsentation

In der schriftlichen Klausur wird geprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegenden Konzepte der des Flussbaus und der Hydromorphologie in begrenzter Zeit komprimiert wiedergeben können, sowie Lösungen zu Anwendungsproblemen unter festen zeitlichen Vorgaben aufzeigen können. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

"Grundkurs Wasserbau und Wasserwirtschaft" oder vergleichbare Grundlagen

#### **Inhalt:**

- Strömung und Sedimenttransport in Flüssen
- Numerische hydromorphologische Modelle
- Flussmorphologie, Flussdynamik und Baumaßnahmen
- Anwendung von HEC-RAS zur Berechnung der 1D Strömung, des Sedimenttransports und der Sohlveränderung

#### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- komplexe Sedimentationsprobleme in Flüssen zu verstehen

- Zusammenhänge zwischen Gerinnebildung und Feststofftransport sowie der Beeinflussungsmöglichkeiten durch Verbauungen in Flüssen und flussbauliche Baumaßnahmen zu erkennen
- numerische Modelle als alternatives Werkzeug bei der Planung flussbaulicher Maßnahmen anzuwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungsveranstaltung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag durch anschauliche Beispiele, reale und virtuelle Modelle sowie durch Diskussionen mit den Studierenden vermittelt.

Des Weiteren soll die Vorlesung die Studierenden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen anregen. In den Übungen werden ausgesuchte Beispiele bearbeitet und konkrete Fragestellungen behandelt. In Ergänzung zu Vorlesung und Übung werden Aufgabenblätter und E-Tests angeboten, in denen die praktische Anwendung vertieft wird.

**Medienform:**

Vorlesung mit Tafelarbeit und PowerPoint;  
Computer-Lab

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

River Engineering and Hydromorphology (Vorlesung, 2 SWS)

Bui M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170009: Internationales Wasserrecht | International Water Rights and Politics [GRAMBOW]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Closed book written exam (60 min)

Only dictionary allowed and a simple calculator.

The exam in this module is a written exam in which the students have to answer questions in the field of water rights and regulations in an international context.

The comprehension of the lecture contents is also chequed by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelor in Civil Engineering or Environmental Engineering

#### **Inhalt:**

The world water situation is critical. In a first part this is illustrated by showing examples and discussions of international indicators. This should provide the necessary understanding, how policy and law affect this development of problems;

Part two of the course discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

Part two discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

#### **Lernergebnisse:**

After completion of the module students will be able to understand the meaning of water for the global development and the multi-dependent system of world environment. They will also understand the important role and principle of sustainability. They will be able to use the sustainable approach for design and construction including balancing the aspects of economy, ecology and social effects and also the usage of integrality (IWRM) and the approaches of efficiency and sufficiency. They will know the basic lines of good water policy and good governance understand the challenges and principles of worldwide water law.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

In order to complete the module successfully, the knowledge transfer must take place predominantly by practical examples. These examples are provided through a slide presentation. Where possible, also video clips are presented to make contents more clear.

#### **Medienform:**

PowerPoint Presentation and Script

#### **Literatur:**

#### **Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

#### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Internationale Wasserpolitik und Recht (Vorlesung, 2 SWS)

Grambow M ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170051: Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen | Energy Economics and Hydro Power [GODDE]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Einmalig |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30   |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

The exam in this module is a written exam of 60 minutes in which the students have to answer questions in the field of energy topics, both economics and technical aspects in a closed books exam.

The comprehension of the lecture contents is also checked by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

For Master students in Environmental Engineering:

Course only available as part of module "Energy Economics, Hydro Power and Energy Storage" (BGU46023).

#### **Inhalt:**

Energy mix, power gap, increase of oil price, price fixing, nuclear phase out, grid stability, primary energy reserves, Kyoto protocol, CO2 emission trading, power prices, power trading, security of supply, environmental compatibility: These are the topics dominating the news when it comes to energy economics. How do these issues relate to each other? Which rules do energy economics follow? Conventional power or renewable energies: Contradiction or complement? What about the Interaction between energy economics and legislation, society, media or politics?



Hydro power plays a particular role within energy economics. Therefore the second part of the lecture deals with hydro power, being the most important renewable energy. Questions to be discussed will be: What are the potentials of hydro power? What is hydro power's relevance concerning the power mix? Based on a real example of a hydro power project issues as approval procedure, economics calculation, planning, construction, operation and maintenance strategy will be presented. Also this part of the lecture will demonstrate the numerous interfaces between engineering and other aspects linked to it.

**Lernergebnisse:**

At the end of the module students are able to contribute to discussions with the various stakeholders on energy economics and know the various options of power production and its implications. They get an insight in the complex structure of energy and power supply from upstream to downstream.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture is aimed at providing insight into the various aspects of energy economics and at imparting knowledge to the engineer as a basis for working in an unusual and interesting environment. PowerPoint presentation and blackboard explanation for visualizing the topics. There are also discussions with the students during the lectures so they can get a deeper insight in practical experience with the topics.

**Medienform:**

PowerPoint presentation and blackboard explanation.

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Yannic Fusch (yannic.fuchs@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Energy Economics and Hydro Power (Vorlesung, 2 SWS)

Godde D ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV180004: Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen | Modelling of Water Quality in Aquatic Systems**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise bei der Modellierung aquatischer Systeme verstanden wurde. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils eine grafische Visualisierung, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Modellierungs- bzw. Rechenaufgaben liegt. Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlegendes Verständnis aquatischer Systeme sowie elementare mathematische, physikalische und chemische Kenntnisse werden vorausgesetzt.

#### **Inhalt:**

1. EINFÜHRUNG. Natürliche und technische aquatische Systeme: Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Trinkwasseraufbereitungs- und Abwasserreinigungsverfahren. Ansätze zur mathematischen Modellierung aquatischer Systeme: Grundlagen der Strömungsmechanik und Massenbilanzen.

2. REAKTIONSTECHNIK. Reaktionskinetik und -ordnungen. Reaktionssysteme: Rührkessel und Pfropfenstromreaktor, Rührkesselskaskade. Hydraulische Verweilzeit und deren Summen- und Dichtefunktion. Reaktoranalyse.

3. EINFACHES MODEL ZU MODELLIERUNG DER BIOGASPRODUKTION. Einpflegen eines einfachen Modells in Excel. Einige nützliche Tool. Erste Modellierungserfahrungen.

4. AQUASIM. Kurze Einführung in die Software. Einpflegen eines einfachen Modells für einen Fluss mit Nitrifikation und Biomassesterben. Kalibrierung der Modellparameter. Kritische Betrachtung von Messwerten und Modelloutputs.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, sich an die Herangehensweise für einfach Modelle zu erinnern, entsprechende Bilanzen aufzustellen und zu analysieren, sowie einfache Simulationen durchzuführen und eigene Ansätze zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung wird als Präsentation gehalten, mit unterstützenden Erläuterungen an der Tafel. In kleinen Übungen mit kommerzieller (Excel) bzw. Spezialsoftware (AquaSIM) sollen die Studierenden das Gelernte allein oder in kleinen Gruppen anwenden. Die Lösungen werden in Anschluss gemeinsam diskutiert und analysiert.

### **Medienform:**

Tafel, Beamer, Computer

### **Literatur:**

Chapra S. C. (2008) Surface Water-Quality Modeling. Waveland Press Inc, Long Grove.

Maniak, U. (1997) Hydrologie und Wasserwirtschaft - Eine Einführung für Ingenieure. Springer Verlag, Heidelberg.

Reichert, P. (1998) AQUASIM 2.0 – User Manual. Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), Dübendorf.

Wichern, M. (2010): Mathematische Simulation biochemischer Prozesse in der Siedlungswasserwirtschaft, Oldenbourg Industrieverlag, München.

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Konrad Koch, k.koch@tum.de

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modelling of aquatic systems (Modellierung aquatischer Systeme) (Vorlesung, 2 SWS)

Koch K [L], Koch K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180006: Hydrochemie | Hydrochemistry

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen schriftlichen Klausur. In der schriftlichen Prüfung erbringen die Studierenden den Nachweis, dass sie die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge der Wasserchemie verstanden haben und wesentliche Redox- und Korrosionsprozesse sowie Wasserinhaltsstoffe bewerten und erste Lösungsansätze zur Behandlung entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, teils Erstellung von Reaktionsgleichungen. In der Klausur ist ein Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie aus dem zweiten und dritten Semester des Bachelor Umweltingenieurwesen (oder äquivalent) sind Voraussetzung für das Verständnis der Vorlesungsinhalte.

#### Inhalt:

In der Vorlesung werden physikalische und chemische Grundlagen wie pH-Wert, Wasser als Reaktionspartner und Lösungsmittel, Säure- und Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, etc. vermittelt. Des Weiteren wird das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und sein Einfluss auf natürliche Wassersysteme vorgestellt. Ein Teil der Vorlesung beschäftigt sich zudem mit natürlichen und

anthropogenen Wasserinhaltsstoffen, ihre Herkunft und ihr Verbleib. Korrosionsprozesse sind ebenso Schwerpunkt der Vorlesung.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden verstehen die Grundlagen und Zusammenhänge wichtiger Wassereigenschaften und Wasserinhaltsstoffe. Sie können Redoxreaktionen anwenden und Korrosionsprozesse bewerten. Sie sind in der Lage natürliche und anthropogene organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe zu bewerten und daraus Behandlungsmethoden zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Theoretische Grundlagen der Wasserchemie werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Die erforderlichen Berechnungen werden durch Hörsaalübungen im Rahmen der Vorlesung anhand von praktischen Anwendungen veranschaulicht.

**Medienform:**

Beamer, board

**Literatur:**

Stumm, W., Morgan, J.J.: Aquatic Chemistry. John Wiley & Sons, 1996, 3rd ed., ISBN: 0-471-51184-6

Grohmann, A.N., Jekel, M., Grohmann, A., Szewzyk, R., Szewzyk, U.: Wasser. De Gruyter Verlag, 2011, ISBN 978-3-11-021308-9

Reemtsma, T., Jekel, M.: Organic Pollutants in the Water Cycle. Wiley-VCH, Weinheim, ISBN-10: 3-527-31297-8

**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Brigitte Helmreich (b.helmreich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrochemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Helmreich B [L], Helmreich B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180010: Gewässerschutz | River Water Quality Management

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2012/13

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1.5       | <b>Gesamtstunden:</b><br>45 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 30.

schriftliche Ausarbeitung

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Abwasserbehandlung sind Voraussetzung für den Besuch der Vorlesung.

#### Inhalt:

Die Vorlesung beinhaltet den Stoff- und Energiehaushalt von Gewässern, den Umgang mit Eutrophierung, die Bewertung von Selbstreinigung, erläutert Bioprozesse in Wasser und Sediment, beschreibt Qualitätskriterien, analysiert die Wasserrahmenrichtlinie bzw. die Badegewässerrichtlinie, sowie die Bewirtschaftung von Gewässern, Hygienemaßnahmen und -vorschriften, und stellt das sog. Streeter Phelps Modell vor.

#### Lernergebnisse:

Studierende, die die Veranstaltung besucht haben, können vertiefte Kenntnisse des Gewässerschutzes aufweisen.

#### Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung

**Medienform:**

Beamer, Tafel

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Brigitte Helmreich (b.helmreich@bv.tu-muenchen.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180051: Hydrochemie Praktikum | Hydrochemistry Lab

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer Laborleistung abgeschlossen. Diese setzt sich zusammen aus einer mündlichen Prüfung zur Vorbereitung der Versuche (20%) in Form einer Befragung über die Versuchsanordnung und -durchführung, der Laborarbeit (60%) bestehend aus 20 Experimenten, sowie einem Bericht (20%) über die Versuche.

Durch die Beantwortung von Fragen zu Beginn der Experimente zeigen die Studierenden, dass sie für die Experimente ausreichend vorbereitet sind. Während der Experimente zeigen sie, dass sie in der Lage sind, die analytischen Methoden gemäß der Handreichung anzuwenden. Die Studierenden zeigen durch den Bericht, dass sie Labormethoden zur Bestimmung von Abwasser- und Trinkwasserparameter vertieft kennen und verstehen.

Eine Prüfungswiederholung ist nicht möglich, da die Leistung eine Teilnahme am Praktikum erfordert und die Plätze für das Praktikum beschränkt sind.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung (BGU38014), Weitergehende Wasserbehandlung und Wasser Recycling (BGU38010/BGU38024), Hydrochemistry (BV 180006)

#### Inhalt:

Bestimmung relevanter analytischer Abwasserparameter wie CSB, BSB, TOC, Nitrat, Ammonium werden in dem Praktikum vermittelt. Des Weiteren werden die Absetzbarkeit von Schlamm und der Schlammvolumenindex untersucht. Es erfolgt eine Phosphatbestimmung. Batch Tests für Nitrifikation werden von den Studierenden durchgeführt. Folgende relevante



Trinkwasserparameter werden bestimmt: pH-Wert, Leitfähigkeit, Wasserhärte, Natrium und Kalium mittels Atomabsorptionsspektrometrie, Chlorid und Sulfat bei Ionenchromatographie sowie kinetische Eisenoxidation.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, Umweltparameter im Labor zu bestimmen und zu bewerten, die zur Dimensionierung von Kläranlagen und Wasserversorgungen benötigt werden. Die Studierenden können außerdem die Batchtests zur Ermittlung der Nitrifikationsaktivität von Belebtschlamm anwenden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Übung. In der Laborübung lernen die Studierenden ganztags an 6 Versuchstagen in verschiedenen Versuchen die Durchführung verschiedener Analysetechniken und Tests. Um die Abläufe im Labor zu erlernen und zu üben, bereiten sich die Studierenden vor den Versuchen anhand von Versuchsanleitungen detailliert vor und arbeiten dann im Labor unter Anleitung eines Dozenten in Teams von 2 Studierenden. Die Ergebnisse der durchgeführten Experimente werden abschließend in Kleingruppen von 6 Studierenden mit dem Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Versuche im Labor

**Literatur:**

Praktikumsskript „Hydrochemistry Laboratory“

**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Brigitte Helmreich (b.helmreich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180071: Urban Climate - Grundlagen | Fundamentals of Urban Climate

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>135 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die 30 minütige mündliche Prüfung besteht aus einer Präsentation in Kleingruppen und einer anschließenden individuellen Befragung, die zu jeweils 50% in die Note eingehen. In der Präsentation stellen die Studierenden ihre Ergebnisse aus der Übung in Kleingruppen zu einem Thema aus dem Bereich "Urban Climate" vor und weisen damit nach, dass sie die Zusammenhänge von Klima und Stadt wissenschaftlich erfassen und einfache Stadtplanungsprojekte umsetzen können. In der anschließenden Befragung wird geprüft, ob die Studierenden die Stadtklimatologie und deren Ursachen grundlegend verstanden haben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Meteorologie

#### Inhalt:

Untersuchungen des Stadtklimas sind ein wesentliches Instrument für die nachhaltige Stadtentwicklung. Wetterbedingungen, Hitzeinseln und Luftverschmutzung haben einen großen Einfluss auf die Gesundheit und das menschliche Wohlbefinden.

Der Hauptfokus des Moduls liegt in beiden, den thermischen Aspekten ebenso wie in der Luftverschmutzungsproblematik. Neben einer Einführung in die Stadtklimatologie wird die Nutzung von Messergebnissen für die Stadtplanung erläutert. Die Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Stadtplanern, Architekten und Stadtklimatologen wird erläutert und der Planungslevel definiert.

Praktische Informationen werden beispielsweise gegeben, indem aufgezeigt wird, wie Stadtklimakarten verwendet werden und wie diese für eine Planung genutzt werden können. Meteorologische Messungen und Berechnungen werden aufgezeigt, durchgeführt und bewertet. Des Weiteren werden neben einer Einführung in numerische Stadtklimamodellierungen praktische eigene Felduntersuchungen ausgewertet.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, Grundlagen des Stadtklimas zu bewerten und darauf basierend Untersuchungen zu Stadtplanungsprojekten zu entwickeln und durchzuführen. Darüber hinaus können sie Fallstudien und numerische Simulationen auswerten und somit den Klimaeffekt beurteilen, der durch Maßnahmen zur Milderung von innerstädtischer Hitze und Luftverschmutzung beeinflusst wird.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung wird im Block über 5 Tage abgehalten. Vormittags werden die Grundlagen des Stadtklimas in Vorlesungen vermittelt. Am Nachmittag arbeiten die Studierenden in Kleingruppen an je einer Fallstudie, die wahlweise modelliert oder messtechnisch erfasst wird. Das Ergebnis sind entweder Stadtklimakarten oder die Darstellung von Detailanalysen zu Lufthygiene und Stadtklima /Mikroklima.

### **Medienform:**

Beamer

### **Literatur:**

Kuttler, W. 2010. Klimatologie, UTB, Ulmer Verlag, Stuttgart  
Ren, C., Ng, E., & Katzschner, L. 2011. Urban climatic map studies: a review. International Journal of Climatology, 31 (15): 2213-2233. DOI: 10.1002/joc.2237  
Erell E., Pearlmutter D. and Williamson T. 2010. Urban climate: Designing Spaces Between Buildings, earthscan/James & James Science Publishers, London  
Lehmann, St 2015. Low Carbon Cities, earthscan series sustainable design, routledge, London, p. 331 - 349  
Ng, E.2010. Designing High-Density Cities, earthscan, London  
Ng, E., Chao, R., Ed. 2015.The Urban Climatic Map for sustainable development, earthscan, routledge. London  
Oke, T.R., Mills, G., Christen, A., Voogt, J.A. 2017. Urban Climates, Cambridge University Press  
Lenzholzer, S. 2015. Weather in the city, nai010 publishers

### **Modulverantwortliche(r):**

Uwe Hübner

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Lutz Katzschner

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV210013: Stadt- und Regionalplanung | Urban und Regional Planning [SRP]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The 10-page report should have 4 sections. Each section must be related to one of the themes discussed in the class. The student must demonstrate with each section that they have gained knowledge of the reading material and discussions surrounding a particular topic in urban and regional planning. They must show that they are able to discuss different theoretical and case-based perspectives on urban and regional planning, and that they are able to reflect upon their own learning and position in these debates. The report must present the student's acquired knowledge on urban and regional planning in a structured way, and demonstrate their ability to analyse cases of urban and regional planning. Overall, the report should demonstrate that the student has understood essential aspects of urban and regional planning in theory and practice, and is able to present this knowledge in writing.

The written report will be complemented by a short 10-minute presentation (20%), through which the student will demonstrate their ability to communicate scholarly work to an audience, by presenting their main academic reflections on urban and regional planning to the class.

The final grade is a summation of grade from the report (80%) and the presentation (20%).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

**Inhalt:**

The aim of this course is to introduce students to key themes and debates in urban and regional planning. The course takes a generally critical and reflective approach, asking 'why' urban and regional planning is practised in certain ways, and encouraging critical discussion of contemporary planning cases. The course briefly introduces urban and regional planning, discussing the origins and aims of planning, and developments in planning theory. The initial sessions will introduce questions about the changing roles of plans, form, processes and people in urban and regional planning, and the different perspectives these focus areas provide on the city. After this section of the course, the focus turns to a number of contemporary topics, which will be presented and discussed with case studies of different cities from around the world. These sessions will address questions such as the aims of planning and planning processes in different contexts, the role of identity in planning, and technology and planning. The cases used for discussion in the course will be drawn from an international research literature.

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of this course, students are able to:

- Understand the foundation(s) and differing aims of urban and regional planning
- Explain key perspectives in urban and regional planning
- Apply key theories to case studies of urban and regional planning
- Analyse cases of urban and regional planning
- Critically discuss international literature on urban and regional planning
- Communicate knowledge about urban and regional planning orally and in text.
- Critically reflect on current developments and trends in urban and regional planning
- Reflect upon their own position in debates on urban and regional planning.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The course is based around weekly interactive seminars, during which literature and case studies from urban and regional planning practice will be discussed. The lecturer will facilitate discussion between students through questions and group work, and short PowerPoint presentations with key points. Students are required to read and prepare for all the sessions, and to take an active part in class discussions. If for whatever reason you are not able to read and prepare for the sessions and actively participate in the seminars, signing up for this class is not recommended!

**Medienform:**

Various reading materials, including books, scientific articles, planning documents and websites. PowerPoint, whiteboard and exercise sheets may be used in sessions.

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Helen Carter (helen.carter@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV320006: Modellbildung in der Baustatik | Modelling in structural analysis [MB]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Projektarbeit erbracht. Das Thema der Projektarbeit ist die Bearbeitung einer praxisnahen, komplexen statischen Problemstellung mit der Software, die während der Veranstaltung vorgestellt wurde. Der Umfang der Projektarbeit beträgt zwischen zehn und 20 Seiten inklusive Programmausdrucke und Kontrollrechnungen, die per Hand durchgeführt werden. Die Studierenden zeigen damit, dass Sie die unterschiedlichen Elementformulierungen der FEM anwenden und die wesentlichen Modellierungseinflüsse auf das statische Modell verstanden haben. Durch ein Abgabegespräch der Projektarbeit zeigen sie, dass sie die numerischen Ergebnisse bewerten können und einem potentiellen späteren Auftraggeber verständlich darstellen können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Einschlägige Grundausbildung, z.B. durch einen Bachelorabschluss im Bauingenieurwesen. Es wird empfohlen ein Modul zu den theoretischen Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (BGU32028 Einführung in die Finite-Elemente-Methode) besucht zu haben.

#### Inhalt:

Der Inhalt des Moduls ist die Vermittlung der grundlegenden Methoden zur Modellierung von Tragwerken des Bauingenieurwesens mit Finiten Elementen. Folgende Aspekte stehen dabei im Vordergrund:

- Anwendung der Finiten-Elemente-Methode mit unterschiedlichen Elementformulierungen.



- Kopplung unterschiedlicher Finiter Elemente.
- Erkennen der wesentlichen Einflüsse der Modellierung auf das statische Modell.
- Bewerten der numerischen Ergebnisse.

**Lernergebnisse:**

Nach dem Besuch des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, die vorgestellte FEM Software zur sinnvollen Modellierung von Tragwerken des Bauingenieurwesens anzuwenden. Ferner sollen sie die wesentlichen Modellierungseinflüsse auf das statische System bewerten können und in der Lage sein, die berechneten Ergebnisse zu interpretieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Computerübung mit Tafelanschrieb und Overheadprojektion. Verschiedene Beispiele werden mit einer kommerziellen FEM Software teils selbstständig teils unter Anleitung bearbeitet.

**Medienform:**

Mediengestützter Vortrag (PowerPoint, Videos, etc.), Anschrieb, Vordrucke und kommerzielle FEM Software.

**Literatur:**

Werkle, H., Finite Elemente in der Baustatik

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. -Ing. Kai-Uwe Bletzinger (kub@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modellbildung in der Baustatik (Vorlesung, 2 SWS)

Bletzinger K [L], Bletzinger K ( Goldbach A, Sautter K, Singer V )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV320009: Nichtlineare Finite Elemente Methode | Nonlinear Finite Element Methods [NFEM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 120.

Schriftliche Prüfung und Studienleistung nach Aushang

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Einschlägige Grundausbildung, z.B. durch einen Bachelorabschluss im Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Technomathematik und dergleichen. Das Grundverständnis der Methode der Finiten Elemente (z.B. durch Besuch von Lehrveranstaltungen wie "Finite-Elemente-Methoden", "Introduction to Finite Element Methods" o.ä.) ist zwingende Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul. Erfolgreich abgeschlossene Teilnahme am Kurs "Kontinuumsmechanik" ist empfohlen.

#### Inhalt:

Das Modul beinhaltet folgende Schwerpunkte:

- Vollständig geometrisch nichtlineares Tragverhalten
- Große Verschiebungen
- Traglastberechnung
- Instabilitätsphänomene: Knicken, Beulen, Durchschlagen
- Pfadverfolgungsalgorithmen: Last- und Verschiebungssteuerung, Bogenlängenmethode
- Begleitende Eigenwertanalyse
- Alternative Spannungs- und Dehnungsmaße

- Elementformulierung
- Charakteristische Beispiele

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen ist der Studierende in der Lage:

- Ursachen und Auswirkungen von geometrischen Nichtlinearitäten zu beurteilen
- die Umsetzung der Kontinuumsmechanik für die Beurteilung nichtlinearer Tragwerke zu verstehen und anzuwenden
- die mathematischen Lösungsmethoden für nichtlineare Tragwerksanalysen zu verstehen und anzuwenden
- anhand von Last-Verschiebungs-Diagrammen das Verhalten von Tragwerken zu bewerten
- die allgemeine Vorgehensweise bei geometrisch nichtlinearen Strukturberechnungen auf konkrete Probleme zu beziehen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul basiert auf einer klassischen Vorlesung mit Manuskript und eigenem Mitschrieb. Zur Vertiefung des gelehrteten Stoffes werden Hörsaal- und Computerübungen durchgeführt. Zur weiteren Intensivierung des Stoffes werden zur Selbstarbeit zusätzliche Aufgabenblätter ("Check your knowledge") angeboten. Die Modulinhalte werden von der Lehrsoftware "Truss" begleitet. Der nicht benotete Midterm zur Semesterhälfte dient zur Verständnisüberprüfung und zur Gewöhnung an typische Prüfungsfragen.

### **Medienform:**

Skriptum, Mediengestützter Vortrag (Powerpoint, Videos, etc.), Anschrieb, Vordrucke, Lehrsoftware

### **Literatur:**

- Felippa, C. F., Vorlesungsskript "Nonlinear Finite Element Methods", Chapters 1 to 30, University of Colorado at Boulder.
- Wriggers, P., "Nichtlineare Finite-Element-Methoden", 2001, Springer

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. -Ing. Kai-Uwe Bletzinger (kub@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Nichtlineare Finite Elemente Methoden

Prof. Dr. -Ing. Kai-Uwe Bletzinger

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV340001: Rail Design | Rail Design

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die für die Bemessung und den Nachweis der Stabilität des Eisenbahnoberbaus maßgebenden Beanspruchungen und Modelle zur Berechnung verstanden wurden und komprimiert unter Zeitdruck wiedergegeben und angewendet werden können. Hierfür müssen Problemstellungen aus dem Bereich des Eisenbahnoberbaus analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch verifiziert werden. Die Anzahl der zu bearbeitenden Aufgaben in der Klausur betragen 3 bis 5.

Die Antworten erfordern eigene analytische Berechnungen und Formulierungen.

In der Klausur sind Skripten, eigene Mitschriften und ein Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kinematik und Fahrdynamik BV 340007,  
Bau von Verkehrsinfrastruktur BV 340008,  
Entwurf von Verkehrswegen BV 340009

**Inhalt:**

Oberbauberechnung und -bemessung, Gleislagestabilität, Konstruktive Durchbildung und Bemessung von Feste Fahrbahn Systemen, Oberbaukomponenten und Prüfverfahren, Fahrwegsysteme für Stadtbahnen; Grünes Gleis, Lärm- und Erschütterungsschutz; Unterhaltungsmanagement

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage die Beanspruchung des Eisenbahnoberbaus hinsichtlich Verkehrs- und Zusatzlasten (Temperatur) zu verstehen, Kenntnisse der Bemessungsverfahren beim Entwurf anzuwenden und die konstruktive Umsetzung hinsichtlich der Sicherheit zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist zunächst eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Es werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. Filme sind in die Präsentationen integriert. Der Vorlesungsstoff wird mittels Hörsaalübungen vertieft, dabei werden Übungsbeispiele durchgerechnet. Weiter findet eine Exkursion zur Veranschaulichung der praktischen Umsetzung der Lehrinhalte statt.

**Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentationen, Tafelarbeit, Videos, Exkursion

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Stephan Freudenstein (stephan.freudenstein@tum.de) Bernhard Lechner (bernhard.lechner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV340002: Road Design | Road Design

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die für die Spannungsanalyse und die Bemessung des Straßenoberbaus sowie Sonderflächen (Flugbetriebs- und Industrie Flächen) maßgebenden Beanspruchungen und Modelle zur Berechnung verstanden wurden und komprimiert unter Zeitdruck wiedergegeben und angewendet werden können. Hierfür müssen Problemstellungen aus dem Bereich des Straßenoberbaus analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden. Die Anzahl der zu bearbeitenden Aufgaben beträgt 3 bis 5.

Die Antworten erfordern eigene analytische Berechnungen und Formulierungen.

In der Klausur sind Skripten, eigene Mitschriften und ein Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kinematik und Fahrdynamik BV 340007,  
Bau von Verkehrsinfrastruktur BV 340008,  
Entwurf von Verkehrswegen BV 340009

**Inhalt:**

Der Entwurf und die Bemessung von nachhaltigen Asphalt- und Betonstraßen, auch im Hinblick auf Umwelt- und Landschaftsschutz, setzen Kenntnisse der Beanspruchungen sowie die Prinzipien der Lastabtragung voraus. Dazu werden folgende Kenntnisse vermittelt: Fahrbahnmodellierung und Berechnung, Bemessung flexibler Fahrbahnen, Bemessung von unbewehrten und bewehrten Betondecken, Sonderflächen mit besonderer Beanspruchung, Straßenerhaltung und Erneuerung, Umweltaspekte beim Straßenentwurf, Lärmschutzmaßnahmen.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die Beanspruchung des Oberbaus von Straßen, Flugbetriebs- und sonstigen Verkehrsflächen hinsichtlich Verkehrs- und Zusatzlasten (Temperatur) zu verstehen, Kenntnisse der Bemessungsverfahren beim Entwurf anzuwenden und die konstruktive Umsetzung zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage, Lösungen für Problemstellungen aus dem Bereich des Straßenoberbaues zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist zunächst eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Es werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. Filme sind in die Präsentationen integriert. Der Vorlesungsstoff wird mittels Hörsaalübungen vertieft, dabei werden Übungsbeispiele durchgerechnet.

**Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentationen, Tafelarbeit, Videos

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Stephan Freudenstein (stephan.freudenstein@vwb.bv.tum.de) Bernhard Lechner (bernhard.lechner@vwb.bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Road Design (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Lechner B [L], Lechner B, Simon C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV340008: Bau von Verkehrsinfrastruktur | Construction of Traffic Infrastructure

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf [Angabe der alternativ geplanten Prüfungsform oder der elektronischen (Fern-)Prüfung] umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Die Prüfung soll als mündliche Fernprüfung (Closed Book | Anforderung an Internetverbindung: Hoch) durchgeführt werden. Alternativ wird auch eine Präsenzprüfung angeboten werden.

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer etwa 20 minütigen mündlichen Fernprüfung.

Ziel der mündlichen Prüfung ist, dass die für den Bau von Verkehrsinfrastruktur wesentlichen Kenntnisse bzgl. Oberbauformen und Querschnittsgestaltung, Anforderungen an den Unterbau und Untergrund Entwässerungseinrichtungen, Fahrbahnkonzipierung und Unterhaltungsmaßnahmen komprimiert wiedergegeben und strukturiert werden können. Hierzu müssen Fallbeispiele analysiert werden.

Die Antworten erfordern eigene Formulierungen,

In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen.



**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

**Inhalt:**

- Querschnittsgestaltung von Straßen
- Querschnittsgestaltung für Eisenbahnen
- Unterbau, Erdarbeiten
- Frostschutz
- Entwässerungseinrichtungen
- Tragschichten
- Asphaltfahrbahnen
- Betonfahrbahnen
- Konventioneller und verbesserter Schotteroberbau
- Feste Fahrbahn
- Hochbelastete Verkehrsflächen
- Unterhaltsmaßnahmen

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Konstruktionsgrundlagen und -prinzipien des Verkehrswegebbaus, die Material-, Schicht- und Komponenteneigenschaften zu verstehen und anzuwenden. Die Studierenden können konstruktive Lösungen für Straßen- und Schienenverkehrswege hinsichtlich der Beanspruchungen, der Anforderungen und des Systemverhaltens bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine Powerpointpräsentation. Es werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. Filme sind in die Präsentationen integriert. Der Vorlesungsstoff wird mittels durchgerechneten Übungsbeispielen vertieft. Es wird eine Exkursion zu Baustellen des Verkehrswegebbaus durchgeführt, sodass die Studierenden einen Einblick in die praktische Umsetzung der theoretischen Grundlagen erhalten.

**Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentationen, Tafelarbeit, Exkursionen

**Literatur:**

Umdrucke zur Veranstaltung

Lechner, B.: Kinematics and Dynamics of Driving

**Modulverantwortliche(r):**

Stephan Freudenstein (stephan.freudenstein@vwb.bv.tum.de) Bernhard Lechner  
(bernhard.lechner@vwb.bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV340021: Luftverkehr und Luftverkehrsanlagen | Air Transport and Airports

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf [Angabe der alternativ geplanten Prüfungsform oder der elektronischen (Fern-)Prüfung] umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Die Prüfung soll als mündliche Fernprüfung (Closed Book | Anforderung an Internetverbindung: Hoch) durchgeführt werden. Alternativ wird auch eine Präsenzprüfung angeboten werden.

Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Befragung, in der die Studierenden ohne Hilfsmittel und unter Zeitdruck mit eigenen Formulierungen Fragen zum Verständnis der physikalischen Grundlagen und rechtlichen Regelungen des Flugverkehrs, sowie deren Umsetzung in die baulichen Anlagen eines Flughafens beantworten müssen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

**Inhalt:**

- Eigenschaften und Entwicklung von Flugzeugen (technische und betriebliche Aspekte)
- Physikalisches Verhalten eines Flugzeugs (Nomenklatur, Koordinatensysteme, Bewegungsgleichungen, Zustandsraumdarstellung, Externe Kräfte)
- Flugdynamik während der Flugphasen Start und Landung
- Einführung in die operative Flugführung (Cockpitinstrumente/Layout, Funkfeuer, Instrumentenlandesystem ILS, Multicrew-Concept, Wetter, Beladung)
- Flugzeug- und Antriebstechnik
- Flughafenplanung und -betrieb, Flugsicherung
- Rechtliche Aspekte der Luftfahrt
- Bauliche Einrichtungen für den Betrieb von Verkehrsflughäfen, Anlage und Bemessung von Flugbetriebsflächen, Bewertung der Tragfähigkeit,
- Konstruktive Randbedingungen für hoch belastete Flugbetriebsflächen.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage die aus der Flugphysik und Rechtsvorschriften resultierenden Anforderungen an Flughäfen zu verstehen und Bemessungsverfahren für Flugbetriebsflächen, sowie deren konstruktive Umsetzung anzuwenden. Sie können sowohl Zusammenhänge zwischen den allgemeinen Aspekten der Luftfahrt und der Flughafenplanung analysieren, als auch Flugbetriebsflächen bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Es werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben.

Die Studierenden führen in einem Forschungssimulator einen Start und/oder einen Anflug auf einen Flughafen durch.

**Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentationen, Tafelarbeit, Forschungssimulator

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Stephan Freudenstein (stephan.freudenstein@vwb.bv.tum.de) Bernhard Lechner (bernhard.lechner@vwb.bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Air Transport and Airports (Vorlesung, 3 SWS)

Lechner B [L], Lechner B, Plötner K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV360011: Bauphysik in der Forschung | Building Physics in Research

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur. Das Ziel der Prüfung ist der Nachweis, dass Lösungen zu spezifischen Fragestellungen aus dem Bereich der bauphysikalischen Forschung komprimiert wiedergegeben werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit zugehörige Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Fähigkeiten, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden. Dies bezieht sich auf aktuelle theoretische Modelle zur Beschreibung komplexer bauphysikalischer Modelle. Die Antworten erfordern in Teilen auch das Lösen von kurzen Rechenaufgaben. In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Bauphysik Grundmodul
- Bauphysik Ergänzungsmodul

#### Inhalt:

Ergebnisse, deren Interpretation und weiteren Entwicklungsmöglichkeiten aktueller Forschungen im Bereich der Bauphysik, welche durch Gastreferenten aus den jeweiligen Forschungsbereichen vermittelt werden. Beispiele und Vorträge mit Fokus auf wissenschaftliche bauphysikalische Arbeiten.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, theoretische Modelle zur Beschreibung komplexer Vorgänge im Bereich der Bauphysik zu entwickeln, was eine wichtige Fähigkeit für das Anfertigen einer möglichen anschließenden Masterarbeit im Bereich der Bauphysik darstellt.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrveranstaltung wird in Form von Vorlesungen und ggf. themenspezifischen Workshops mit Experimenten durchgeführt. Die Vorträge werden unter anderem von Gastreferenten gehalten, welche sich mit den aktuellen Fragestellungen im Bereich Bauphysik an renommierten nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen auseinandersetzen. Zusätzlich werden den Studierenden weiterführende Information zu den einzelnen Themengebieten in einem Online-Lernraum zur Verfügung gestellt.

Dies ermöglicht es, den Gastdozenten, im intensiven Austausch mit den Studierenden zu treten, Fragen zeitnah und persönlich zu beantworten und ggf. Experimente selbstständig durchführen zu können. Im Online-Lernraum können Fragen weiter diskutiert und zusätzlich Information zu einzelnen Themen bereitgestellt werden.

**Medienform:**

Powerpoint, Tafel

**Literatur:**

- Kohler, St., et.al.: Energieeffizienz von Gebäuden. Wüstenrot Stiftung, Karl Krämer Verlag Stuttgart + Zürich (2006).
- Gösele, K., Schüle, W., Künzel, H.: Schall, Wärme, Feuchte. Bauverlag Wiesbaden, 10. Auflage (1997).
- von Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B., Lovins, L. H.: Faktor vier. Doppelter Wohlstand halbiertes Naturverbrauch. Droemer Knauer, München (1996).
- Bansal, N.K.; Hauser, G. und Minke, G.: Passiv Building Design. A Handbook of Natural Climatic Control. Elsevier Science B.V., Amsterdam, London, New York, Tokyo (1994).
- Hauser, G., Höttinger, K., Stiegel, H. und Otto, F.: Heizenergieeinsparung im Gebäudebestand. Hrsg.: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung (2001).

**Modulverantwortliche(r):**

Klaus Peter Sedlbauer

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Bauphysik in der Forschung (Vorlesung, 2 SWS)

Nowak S [L], Sedlbauer K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV380004: Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen | Microbiology of Groundwater Ecosystems**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Voraussetzung für den Besuch der Vorlesung sind Grundlagen in Ökologie und Mikrobiologie.

#### **Inhalt:**

Die Vorlesung beinhaltet

-eine Einführung in die Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen

"was unterscheidet sie

" poröse im Vergleich zu Karst-und zerklüftete Systeme

" Organismusrepertoire

"Energetische Einschränkungen

"Heterotrophie gegen Autotrophie

"Case study:Lithoautotrophe Ökosysteme in Kavernen (Frassassi, Movile)

-Mikrobiologische Grundlagen

" Wie ist eine bakterielle Zelle aufgebaut

" Wie wird Biomasse in Zellen umgewandelt - Anpassungseffizienzen

" Wachstum im Untergrund wie schnell reproduzieren Mikroben

" Transport- und Migrationsraten - wie schnell kann ein Bakterium schwimmen



-Mikroben in Grundwasser und Aquifer

- " Die Grenzen des Lebens
- " Räumliche und zeitliche Verteilung
- " sessil gegen ortsgebunden
- " Gibt es Biofilme in Aquiferen?
- " ruhend gegen aktiv
- " Case study: Verteilung von Bakterien in ursprünglichen (Anif) und kontaminierten (Flingern) Aquiferen

-Viren im Untergrund

- " Was ist ein Virus
- " Natürliche und pathogene Viren
- " Lytische gegen lysogenic Viren
- " Der virale Abzweig Komponenten des mikrobiellen Nahrungsnetz
- " Virale Kontrolle mikrobieller Aktivitäten
- " Case study: Der granitische Aquifer der ASPÖ Festgesteinslaboratorium in Schweden

-Mikrobielle Vielfalt im Untergrund

- " konzeptionelle Rahmenbedingungen
- " Methoden zur Untersuchung mikrobieller Vielfalt
- " Antriebskräfte
- " Case study: Ausgewählte Kohlenwasserstoffkontaminierte Aquifere

-Mikrobielle Aktivität im Untergrund

- " Aerobe gegen anaerobe Lebensgewohnheiten
- " Wichtige anaerobe Atmungen
- " Thermodynamische Einschränkungen
- " die wichtigsten Redoxprozesse
- " Case study: Das Terr Ölkontaminierte Aquifer in Flingern

-Trophe Interaktionen in Aquiferen

- " Syntrophie, Symbiosen
- " Mikrobielle Nahrungsnetze und trophische Kanäle
- " Protozoen, Fungi
- " Grundwasser-Fauna
- " Case study: Das Karstsystem von Rax und Schneealpe

-Funktion des Grundwasser Ökosystems

- " Wasserreinigung und Trinkwasserproduktion
- " Biologischer Abbau
- " Wasserausgleich und Grundwasserabhängige Ökosysteme
- " Mikroben als Bioindikatoren
- " Entwicklung von ökologischen Geräuschüberwachungsszenarien

" Case study: Das UBA Projekt

-Grundwasserverunreinigung und mikrobielle biologische Abbaubarkeit

" die wichtigsten Schadstoffe im Grundwasser

" künftige Schadstoffe

" Grundwasserrecht und EU-Wasserrahmenrichtlinie

" Was ist abbaubar und was nicht?

" Case study: Duftende Kohlenwasserstoffe

-Charakterisierung mikrobieller Lebensgemeinschaften

" Molekulare Analysen von Lebensgemeinschaften

" Identifizierung von Schlüsselfiguren

" Bestimmung von in situ Aktivitäten

" Markierung als ein Werkzeug zur Identifizierung von Schlüsselprozessen

-Leben im tiefen Untergrund

" Gibt es Leben unabhängig vom Festland?

" Radiolyse, geogene Elektronendonatoren

" Mikrobiologie tiefer geothermaler Wässer

-(Bio)Sanierungsstrategien für kontaminierte Grundwässer

" Injizierung von Elektronenakzeptoren/ -donatoren

" Biologischer Zuwachs

" Reaktive Grenzen

" Überwachung von natürlicher Schwächung

Dieses Modul kann als Ergänzung der Veranstaltungen "Grundlagen Ökologie" und "Mikrobiologie" betrachtet werden.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, die Mikrobiologie und Biogeochemie von Grundwasserökosystemen zu bewerten, was essentiell für das Verständnis von Untergrundprozessen inklusive der Formation geologischer Einheiten wie auch Transport und Abbau von Schadstoffen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Neben der klassischen Präsentation gibt es interaktive Arbeiten (wie z.B. Diskussion individueller Fragen und das Bearbeiten einzelner Übungen in kleinen Gruppen). Die Studierenden sind aktiv in die Lehre und den Lernprozess integriert. Dabei werden aktuelle Schulungswerkzeuge verwendet. Angewandte Übungen mit Problemen des täglichen Lebens und kurze Filme komplettieren die Vorlesung.

**Medienform:**

Beamer, zusätzlich Skripte

**Literatur:**

Allgemeine und einführende Literatur: Chappelle, F.H. (2000) Ground-Water Microbiology and Geochemistry, Wiley; Griebler, C. & Mösslacher, F. (2003) Grundwasser-Ökologie, UTB-Facultas, Wien. Specific literature will be distributed in form of scientific articles.

**Modulverantwortliche(r):**

Brigitte Helmreich (b.helmreich@bv.tu-muenchen.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV380009: Urban Climate - Anwendungen | Applications of Urban Climate**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>70 | <b>Präsenzstunden:</b><br>110        |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Über die Dauer des Kurses wird eine Projektarbeit abgefertigt und zum Abschluss präsentiert

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Urban Climate - Grundlagen(erwünscht aber, nicht zwingend erforderlich)

#### **Inhalt:**

- Einführung in die angewandte Stadtklimatologie
- Datenerhebung im urbanen Umfeld in München
- GIS-basierte Simulationen
- Analyse und Bewertung der Modellergebnisse

#### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage theoretische Modelle der Stadtklimatologie anzuwenden, Erhebungen der erforderlichen Eingangsdaten methodisch zu planen und durchzuführen, Stadtklimatologische Daten GIS-basiert zu analysieren sowie die Analyseergebnisse zu interpretieren.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Kurzer theoretischer Input, Projekt- und Feldarbeit, Arbeit im Rechnerpool, Präsentation

**Medienform:**

Beamerpräsentation, Rechner, Messgeräte zur Datenerfassung

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Brigitte Helmreich, Dr. (b.helmreich@bv.tu-muenchen.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV400009: Bodenordnung und Bodenpolitik | Land Management and Land Policy

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Bewertungsmethode ist die Projektbewertung. Die Studierenden müssen eine Gruppenarbeit präsentieren, die während der gesamten Modulperiode (1 Stunde pro Woche) zu einem Thema aus dem Bereich La

ndmanagement und Landpolitik durchgeführt wird. Das Thema wird den Studierenden zu gegebener Zeit mitgeteilt. Durch Präsentationen sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, bestimmte Fallstudienprojekte zu untersuchen. Dazu gehören, je nach Thema, die Ziele der Projekte, die theoretische und konzeptuelle Idee des Projekts und die durchgeführten Umsetzungsmaßnahmen. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Ergebnisse analysieren und bewerten sowie Schlussfolgerungen entwickeln und ableiten. Die Gruppenarbeit wird in Form einer 10-minütigen PowerPoint-Präsentation präsentiert, mit der die wissenschaftliche Qualität, der Umfang und die Angemessenheit im Hinblick auf das zugewiesene Thema überprüft wird. Darüber hinaus wird auf die Einhaltung aller Formalitäten (Referenzierung, Sprachgebrauch etc.) geachtet. An die Präsentation schließt sich eine Fragerunde von 10 Minuten an. Alle Studierenden verfassen außerdem einen individuellen Bericht. Die Endnote basiert sowohl auf der Gruppenarbeit als auch auf der Einzelarbeit (50/50).

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

**Inhalt:**

i. Einführung

Einige grundlegende Fakten und Daten zu globalen Trends, einschließlich Bevölkerungswachstum, Verteilung der natürlichen Ressourcen, Wohlstand und Armut, Einkommen und Bevölkerung, Verbrauchs- und Produktionsschemata, werden als Grundlage für weitere Diskussionen bereitgestellt. Verschiedene Definitionen, Konzepte, Messungen und Indikatoren globaler Landprobleme werden vorgestellt und diskutiert.

ii. Landpolitik und Land Governance für eine nachhaltige Entwicklung

Die Studierenden verstehen die Konzepte des Land-Tenure-Systems und der Tenure-Sicherheit. Darüber hinaus lernen sie die Bedeutung einer umfassenden Landpolitik und einer guten Landverwaltung als Grundlage für Armutsbekämpfung, nachhaltiges Ressourcenmanagement und Wirtschaftswachstum kennen. Sie werden in die folgenden wesentlichen Elemente einer kohärenten Landpolitik eingeführt:

- Einsatz von demokratischen Regeln, Rechts- und Strafverfolgungsvorschriften, Partizipation und Transparenz zur Kontrolle der Macht und damit zur Vermeidung von landbedingter Korruption, Landkonzentration und Landraub.
- Vermittlung einer Vision des gewünschten Entwicklungspfad.
- Konzentration auf einen evolutionären Veränderungsprozess, der soziale Umwälzungen und Revolutionen ersetzt, einschließlich eines intensiven Dialogs zwischen Regierung und Bürgern und eines Dialogs innerhalb der Zivilgesellschaft.

iii. Grundbuch- und Katastersystem

In der Vorlesung lernen die Studierenden grundlegende Konzepte des Grundbuch- und Katastersystems kennen. Sie werden verschiedene Länderfallstudien diskutieren und verschiedene Kataster- und Registrierungssysteme in der Welt vergleichen und sie werden mit den allgemeinen Merkmalen dieser Systeme vertraut sein.

iv. Fragen der ländlichen Entwicklung

Begrenzte Möglichkeiten, unangemessene Vermögenswerte und Fähigkeiten, institutionelle Mängel und unausgewogene Machtstrukturen werden als Hauptursachen für die Massenarmut in ländlichen Gebieten identifiziert. Die strategischen Dimensionen und die Leitprinzipien der ländlichen Entwicklung werden vorgestellt und diskutiert, da es die wirtschaftliche, soziale, politische und ökologische Dimension gibt. Darüber hinaus lernen die Studierenden die Prinzipien der ländlichen Flurbereinigung sowie die Prinzipien der Dorferneuerung kennen.

v. Regional- und Stadtentwicklungsfragen

Eine positive regionale und städtische Entwicklung hat zum Ziel, nachhaltige Städte, Gemeinden und Landschaften zu fördern, die das Entwicklungsversprechen ihrer Bewohner erfüllen, insbesondere indem sie das Leben der Armen verbessern und die Gerechtigkeit fördern und gleichzeitig zum Fortschritt des Landes beitragen ein ganzes. Darüber hinaus befassen sich die Lektionen zur Regional- und Stadtentwicklung mit Themen wie Wohnen und Stadterneuerung. Neben allgemeinen Theorien sind die Studierenden mit regionalen und städtebaulichen Praktiken in der EU, in Deutschland und in München vertraut.

### **Lernergebnisse:**

Nach diesem Modul können die Studierenden die Potenziale und Grenzen verschiedener internationaler Gesetze, die von der internationalen Gemeinschaft zum Schutz von Land und anderen natürlichen Ressourcen ratifiziert wurden, diskutieren und erkennen, um deren Nutzung zu regulieren und einen gerechten Zugang zu diesen zu gewährleisten. Die Studierenden schätzen auch internationale Rahmenbedingungen für Landmanagement und Landbesitz und sind in der Lage, Themen im Zusammenhang mit Landmanagement und Landbesitz im Einklang mit globalen und lokalen Kontexten zu analysieren. Die Teilnehmer verstehen auch die Prinzipien der Grundbucheintragung und mit verschiedenen Arten von Kataster und Grundbuch. Darüber hinaus sind die Studierenden mit verschiedenen Umsetzungsaspekten des Landmanagements vertraut.

Die Studierenden sind sowohl mit der Entwicklungstheorie als auch mit der Entwicklungspolitik vertraut und kennen die Grundprinzipien und aktuellen Trends auf diesem Gebiet. Sie sind auch in der Lage, theoretische und politische Ansätze sowie deren Vor- und Nachteile kritisch zu diskutieren. Über die allgemeine Theorie hinaus sind die Studierenden mit konkreten Konzepten für die Stadt- und Landentwicklung und verschiedenen Ansätzen wie Dorferneuerung und Flurbereinigung vertraut.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung und Seminar werden als Unterrichtsform gehalten. Die Unterrichtsmethode umfasst Präsentationen, Einzel- und Gruppenarbeiten sowie Fallstudien. Durch festgelegte Methoden können die Studierenden das Landmanagement und die landespolitischen Rahmenbedingungen in verschiedenen Ländern verstehen. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Fälle in Bezug auf Theorien und deren Praxis im Feld zu analysieren.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

Während der Sitzungen wird eine Sammlung relevanter und aktueller / aktueller Artikel und Hintergrund-Lesematerialien verteilt. Darüber hinaus müssen die Studierenden eigene Hintergrundmaterialien sowohl für die Gruppenarbeit als auch für die Einzelarbeit finden

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. Uchendu Eugene Chigbu



**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Land Policy and Land Governance (Vorlesung, 2 SWS)

de Vries W [L], Duran Diaz P, Lee C

Environmental Planning and Land Management - Seminar (Seminar, 2 SWS)

Duran Diaz P [L], Duran Diaz P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV400021: Instrumente der Bodenordnung und Landentwicklung | Instruments of Land Mobilization

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird in einer schriftlichen Prüfung in Form einer Klausur erbracht. Ohne Hilfsmittel sollen die Studierenden aktuelle Herausforderungen, Komponenten und Instrumente für eine nachhaltige Entwicklung und für den gerechten Zugang und Nutzung von Land wiedergeben. In eigenen Formulierungen sollen sie die Zusammenhänge zwischen Rechtssicherheit an Grund und Boden und einem nachhaltigen Landmanagement im internationalen Kontext erläutern.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Modul "Bodenordnung und Landentwicklung 1" (BV000117)
- Modul "Grundzüge der räumlichen Planung" (BV260030)

**Inhalt:**

- Grundlagenwissen von Landmanagement im internationalen Kontext
- aktuelle Themen und Fragestellungen
- aktuelle internationale Praxisbeispiele

1. Global Trends and Land Administration
2. Cadastre and land registration
3. Land policy and land governance
4. Role of Spatial Data Infrastructure in Land Management
5. Land management & land tenure
6. Land use planning
7. Regional and urban development
8. Rural land management: village renewal & land consolidation
9. German International Cooperation in the field of land management
10. case studies

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung kennen die Studierenden Instrumente und Komponenten des Landmanagements. Sie verstehen, dass wirtschaftliches Wachstum, Frieden und Gerechtigkeit und der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen weltweit Rechtssicherheit an Grund und Boden benötigen. Sie sind in der Lage, den Beitrag von Landmanagement zu einer nachhaltigen Entwicklung zu erfassen und die Wirksamkeit der Instrumente zu bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lehrformat: Vorlesung

Methoden: interaktiver Vortrag mit Präsentation zur Vermittlung von Wissen

**Medienform:**

Power Point Präsentation

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Walter Timo de Vries (wt.de-vries@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV410005: Hydraulik Praktikum | Hydraulics Lab

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung gliedert sich in eine unbenotete Studienleistung und eine 60-minütige Klausur.

Mit der Ausführung und Auswertung der Feldversuche in der Gruppe weisen die Studierenden als unbenotete Studienleistung nach, die Messverfahren anwenden sowie deren Ergebnisse analysieren zu können.

In einer 60-minütigen Klausur werden die Kenntnisse über die einzelnen Messmethoden und der zugehörigen Auswertverfahren geprüft. Zudem zeigen die Studierenden, dass sie innerhalb eines zeitlich begrenzten Rahmens dazu in der Lage sind Strömungssituationen zu beurteilen und ein für diese Situation geeignetes Messverfahren auszuwählen.

Als Hilfsmittel zur Klausur sind ein handgeschrieben DIN A4 Blatt und ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Zwingende Voraussetzung für dieses Modul ist das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Turbulenz (BV410013).

#### Inhalt:

Theorie und Praxis der Durchflussmessung in natürlichen und künstlichen Gerinnen:

- Fließtiefenmessung (Ultraschall, Druckmessung, Stechpegel, Hakenpegel, etc.)
- Hydraulische Messsysteme (Venturi-Kanal, Messwehre, Durchflussbestimmung über die Messung zweier Fließtiefen)

- Salzverdünnungsmessung
- Velozimetrische Verfahren (Messflügel, mobile Magnetisch-Induktiven-Messgeräten, Acoustic-Doppler-Velozimeter)

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage:

- Die verschiedenen Verfahren zur Fließtiefen- und Durchflussmessung zu skizzieren
- In einem Team Experimente durchzuführen
- Durchflussmessungen mit den gelernten Methoden in künstlichen und natürlichen Gerinnen durchzuführen.
- Die Ergebnisse der Durchflussmessung zu analysieren
- Die Anwendbarkeit eines Messverfahrens für die jeweilige Strömungssituation zu beurteilen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Praktikum gliedert sich in drei Abschnitte; die Vorstellung der Messmethoden im Rahmen von Kurzpräsentationen, die Anwendung der Messverfahren im Experiment und die Auswertung der Messergebnisse. Um die Teamfähigkeit der Studierenden zu fördern, werden diese in kleine „Forschungsteams“ eingeteilt. Innerhalb dieser Teams erarbeiten die Studierenden Kurzvorträge zu jeweils zwei Messmethoden und sind dann bis zum Ende des Semesters die Experten für diese Methode. Im Rahmen der Feldversuche werden in der Regel größere Gruppen, ca. 4-6 Studierende gebildet, welche gemeinsam die Versuche durchführen und dann eigenständig auswerten. Am Ende der Veranstaltung erstellt jede Gruppe ein Messprotokoll und einen Messbericht über die einzelnen Versuche. Auf diese Weise wird der Arbeitsablauf eines Experimentators, Recherche der Grundlagen, Zusammenarbeit im Forschungsteam, Durchführung und Protokollieren des Experiments, sowie Auswertung dessen abgebildet.

### **Medienform:**

Folien, Skriptum, Feldmessungen

### **Literatur:**

Bollrich, G.: Technische Hydromechanik, Bd. 1, Huss Medien, Berlin (2007)  
Norm DIN V 19218: Durchflussmessung in Fluiden - Verfahren zur Unsicherheitsermittlung (2008)  
Norm ENV 13005: Leitfaden zur Angabe von Unsicherheiten beim Messen (1999)  
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) Durchflussmessung mit der Salzverdünnungsmethode (2002)  
Maniak, U.: Hydrologie und Wasserwirtschaft, eine Einführung für Ingenieure, Springer-Verlag, Berlin (1993)

### **Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydraulik Praktikum (821029024)

Daniel Quosdorf (daniel.quosdorf@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV410009: Numerische Gerinnehydraulik | Numerical River Hydraulics [NRH]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Das Modul wird über eine 60-minütige schriftliche Klausur geprüft. Dort wird die Anwendung der theoretischen und praktischen Grundlagen an Hand von Fragen und kurzen Berechnungsaufgaben geprüft. Zudem wird die Fähigkeit die verschiedenen numerischen Methoden zur Lösung von Flachwassergleichungen zu charakterisieren und Berechnungsergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität zu bewerten nachgewiesen. Es sind alle Hilfsmittel erlaubt.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Voraussetzung für das Modul ist das Modul Angewandte Hydromechanik (BV000042) und das Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016) bzw. Fluidmechanik und Transportmechanismen (BGU41020).

#### **Inhalt:**

- Hydromechanische Grundgleichungen (Navier-Stokes Gleichung): Herleitung des Massenerhalts, Impulserhalt, numerischer Lösungsansatz, Randbedingungen
- Flachwassergleichungen (2D-St.Venant-Differentialgleichungen): Herleitung, Eigenschaften, Gültigkeitsbereiche, Randbedingungen
- Grundlagen numerischer Löser: Diskretisierung der Differentialgleichungen, Aufbau eines Berechnungsgitters, numerische Approximationsmethoden, Eigenschaften numerischer Methoden
- Anwendung der Theorie mit Hilfe unterschiedlicher Strömungslöser in OpenFOAM anhand zahlreicher Beispiele

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundlagen der Theorie und der Programmierung eines 2D-Gerinnehydraulik-Programms anzuwenden
- reale Strömungssituationen in der Berechnungssoftware umzusetzen
- eigenständig Berechnungen mit Hilfe des im Verlauf des Semesters selbst entwickelten OpenFOAM Programms durchzuführen
- numerische Methoden für die Lösung von Flachwassergleichungen zu charakterisieren
- die Ergebnisse der numerischen Berechnungen mit Hilfe von Abschätzungen zu überwachen
- die Ergebnisse dieser numerischen Strömungsberechnungen zu bewerten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul Numerische Gerinnehydraulik besteht aus zwei Veranstaltungen:

Einer klassischen Vorlesung, in welcher die Theorie an der Tafel erarbeitet wird und deren Anwendung im Rahmen einer Computerübung. Dort werden die in der Vorlesung erlernten Grundlagen mit Hilfe des frei zugänglichen Strömungslösers OpenFOAM angewandt und vertieft. Im Laufe des Semesters werden in Gruppen Übungsaufgaben gelöst, um eine Verknüpfung zwischen der Theorie der Vorlesung und der praktischen Anwendung in der Computerübung herzustellen. Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgt zum Teil in der Präsenzlernphase im Rahmen der Computerübung und zum Teil in der Selbstlernphase.

### **Medienform:**

Vorlesungsskript, Tafelanschrieb, eigene Mitschrift, Programmcodes am Computer, Computerarbeit

### **Literatur:**

- C.J. Beffa, Praktische Lösung der tiefengemittelten Flachwassergleichungen, PhD thesis, ETH Zürich, 1994
- J.H. Ferziger und M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, Berlin, 2002
- P.G. Franke, Hydraulik für Bauingenieure, Walter de Gruyter, Berlin, 1974
- P. Moin, Fundamentals of Engineering Numerical Analysis, Cambridge University Press, Cambridge, 2001

### **Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV410011: Hydroprojekt | Hydro Project

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                                     |                                           |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Den Kompetenzerwerb weisen die Studierenden durch Erstellung einer Projektarbeit auf den Gebieten der numerischen Simulation von natürlichen Gewässern oder experimenteller Charakterisierung (Durchflussmessungen, Kolmation) nach. Diese enthält eine schriftliche Auswertung und eine zugehörige Präsentation. Wesentliche Teile sind hierbei eine Beschreibung der Problemdefinition, Verwendete Lösungsmethoden sowie eine Darstellung und Bewertung der Ergebnisse. Die schriftliche Auswertung soll einen Umfang von 20-50 Seiten haben. Die Dauer der Präsentation beträgt ca. 20 min. Mit der schriftlichen Auswertung weisen die Studierenden nach, eigenständig eine hydromechanische Problemstellung identifizieren und mit numerischen oder experimentellen Methoden untersuchen zu können und die Ergebnisse ihrer Untersuchungen wissenschaftlich bewerten und dokumentieren zu können. Durch die Präsentation weisen die Studierenden nach, die Ergebnisse aller Projektphasen strukturiert präsentieren zu können. Die schriftliche Auswertung und die Präsentation gehen im Verhältnis 75:25 in die Modulnote ein. Bei Durchführung einer Gruppenarbeit wird die individuelle Leistung eines jeden Teilnehmers bei der Anfertigung der schriftlichen Auswertung sowie in der Präsentation bewertet.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen wird die vorherige Teilnahme an dem Modul Fluidmechanik und Grundwasserhydraulik (BGU41016)

**Inhalt:**

- Spezialthemen der hydromechanischen Praxis z.B. Strömungssimulationen, Durchflussmessungen
- Methoden wissenschaftlichen Wissenserwerbs, Dokumentation und Präsentation.
- Bearbeitung eines Projektes im Bereich Hydromechanik (numerische Simulation von Flussabschnitten, Untersuchung von Kolmationsvorgängen in Flüssen)
- Erlernen der Anwendung hydromechanischer Grundlagen bzw. experimenteller oder numerischer Methoden aus der Hydromechanik.
- Bewertung der Ergebnisse und Abschätzungen.

**Lernergebnisse:**

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Ergebnisse ihrer Recherche zu erklären
- selbständig Recherchen zu wissenschaftlichen Ergebnisse über angewandte Probleme der Hydromechanik durchzuführen
- die Problemstellungen mit experimentellen und numerischen Methoden zu untersuchen
- die Ergebnisse eigenständig durchgeführter Projekte aus dem Bereich der Hydromechanik zu bewerten

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar und einem Projekt, welche aufeinander aufbauen. Zu Beginn eines jeden Semesters wird ein Thema definiert, z.B. Druckstoß in Abwasserleitungen (WS 2011/2012). Im Rahmen des Seminars wird das Thema unter anderem über Vorträge externer Referenten erörtert. Zudem tragen die Studierenden selbst in Form von Gruppen-Präsentationen zur Erarbeitung des Themas bei. Im Rahmen der Vorbereitung ihrer Präsentationen recherchieren die Studierenden eigenständig Material und Literatur und bereiten diese auf. In der Projektarbeit wird das im Seminar erworbene Wissen weiter vertieft und eine themenbezogene Problemstellung entweder experimentell im Hydromechanischen Labor oder numerisch mittels geeigneter Software untersucht. Durch das Erstellen eines Projektberichts am Ende werden die Studierenden an das Dokumentieren und Auswerten wissenschaftlicher Ergebnisse herangeführt.

**Medienform:**

Die Medienformen umfassen wahlweise: Präsentationen, Filme, online Wiki, e-Learning Inhalte

**Literatur:**

Boiten, W.: Hydrometry - a comprehensive introduction to the measurement of flow in open channels CRC Press, 2008

Ferziger, J. H.: Computational methods for fluid dynamics, Springer, 1997

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydroprojekt / Vertieferprojekt (Projekt, 2 SWS)

Brosda J, Ungleht L, von Wenczowski S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV410013: Fluidmechanik und Turbulenz | Fluid Mechanics and Turbulence

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse werden in Form einer Klausur (120 min.) geprüft. Hierbei weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, kleinere Rechenaufgaben zu bearbeiten, deren Lösung die Anwendung der klassischen Beziehungen der Fluidmechanik erfordert. Hierzu gehören z.B. Anwendungen der Navier-Stokes-Gleichungen, des Impulssatzes oder des Wandgesetzes für turbulente Grenzschichten. Im Weiteren müssen Fragen zu den Grundlagen der Turbulenz, der Skalierung und zu Simulationsstrategien turbulenter Strömungen beantwortet sowie Berechnungsaufgaben aus dem Bereich der Turbulenzmodellierung gelöst werden, um ein Verständnis der vermittelten Inhalte nachzuweisen. Als Hilfsmittel sind hierbei ein doppelseitig beschriebenes Blatt (A4) sowie ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzung für dieses Modul ist das Modul Hydromechanik (BV00013) bzw. gleichwertige Kenntnisse. Außerdem werden Kenntnisse in Vektor- und Tensorrechnung vorausgesetzt.

#### Inhalt:

- Kontinuums-Hypothese
- Analysis
- Kinematik
- Bewegungsgleichungen in differentieller Form
- Dimensionsanalyse

- Grenzschicht
- Wiederholung der ingenieurmäßigen Grundlagen der Fluidmechanik
- Einführung in turbulente Strömungen
- Mechanismen der Turbulenzentstehung
- Turbulente Spektren
- Direkte Numerische Simulation - DNS
- Reynolds-Averaged-Navier-Stokes, RANS
- Large Eddy Simulation, LES
- Vergleich RANS-LES

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- die Nutzung des Konzepts vom Kontinuum in der Fluidmechanik zu erklären
- die Phänomenologie turbulenter Strömungen, deren Beschreibung mit Hilfe von Mittelwert und Fluktuation sowie das Konzept und den Aufbau einer (turbulenten) Grenzschicht zu verstehen
- die Modellierung turbulenter Strömungen im Reynolds-gemittelten Kontext sowie mit Hilfe der Large Eddy Simulation verstehen
- die Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Fluide, das Wandgesetz für turbulente Grenzschichten sowie universelle Skalierungsgesetze turbulenter Strömungen auf ausgewählte Strömungsfälle anzuwenden
- ein numerisches Gitter für wandnahe turbulente Strömungen zu auswählen
- Strömungsfelder mit Hilfe von charakteristischen Linien (Stromlinien, Pfadlinien, Streichlinien) sowie dem Deformations- und Rotationstensor zu charakterisieren
- ein System von Ähnlichkeitskennzahlen für ein gegebenes physikalisches System zu bestimmen
- den Einfluss ausgewählter Ähnlichkeitsparameter (insbesondere der Reynolds-Zahl) auf eine Strömung zu überprüfen
- in kurzer Zeit und mit einfachen Hilfsmitteln auf die Berandung eines durchströmten Volumens angreifende Kräfte, Drücke oder einwirkende Geschwindigkeiten zu ermitteln
- die Eignung der Methoden RANS und LES zur Berechnung einer bestimmten Größe innerhalb einer turbulenten Strömung unter Betrachtung von Zuverlässigkeit, Aufwand und Verlässlichkeit der Modellierung, sowie Rechenaufwand und erwarteter Genauigkeit einzuschätzen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus der Vorlesungen Fluidmechanik und der Veranstaltung Turbulenzmodellierung, die sich in eine Vorlesung und eine Übung gliedert. Während die Vorlesung Fluidmechanik ganzsemestrig stattfindet, ist die Veranstaltung Turbulenzmodellierung als Blockkurs strukturiert, der später im Semester beginnt. Für die Studierenden besteht somit die Möglichkeit ein Basiswissen in der Fluidmechanik zu erwerben, auf dem in der Turbulenzmodellierung aufgebaut werden kann. Die Form der Vorlesung kommt dem theoretischen Charakter der Lehrinhalte (Erhaltungssätze und Grundgleichungen der Strömungsmechanik) entgegen. Diese werden vom Dozenten überwiegend an der Tafel hergeleitet und durch Computerpräsentationen ergänzt. Die Anwendung bzw. Bedeutung der hergeleiteten Beziehungen wird durch Beispiele unterstützt. Die Studierenden werden hierbei ermutigt, die präsentierten

Inhalte selbständig in Vor- und Nachbereitung der Vorlesung aus der Literatur zu recherchieren und verschiedene Wege der Darstellung und Herleitung zu vergleichen.

In beiden Teilfächern werden freiwillige Hausarbeiten ausgegeben. Die Studierenden können so ihr erworbenes Wissen selbständig auf ausgewählte, kleinere Probleme anwenden und ihren Lernerfolg in periodischen Abständen kontrollieren. Ergänzend zur Vorlesung Fluidmechanik werden freiwillige Tutorübungen (jew. 90 min.) angeboten. Die Tutoren geben hier eine Hilfestellung bei der Nachbereitung der Vorlesung und der Bearbeitung der Hausaufgaben. Im Fach Turbulenzmodellierung werden die Modellierungskonzepte an Hand einfacher turbulenter Strömungen nachvollzogen. Dazu erarbeiten die Teilnehmer in Kleingruppen einfache Computerprogramme und werten diese aus. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Übung zusammen mit dem Dozenten diskutiert.

**Medienform:**

Tafelanschrieb, Folien, Videos, Aufgabenblätter, e-Learning

**Literatur:**

G. K. Batchelor. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 1967.  
I. G. Currie. Fundamental Mechanics of Fluids. McGraw-Hill, New York, 1974.  
P. K. Kundu and I. M. Cohen. Fluid Mechanics, Third Edition. Elsevier, Amsterdam, 2004.  
R. L. Panton. Incompressible flow. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, third edition, 2005.  
D. J. Tritton. Physical Fluid Dynamics. Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.  
M. van Dyke. An Album of Fluid Motion. Parabolic Press, Stanford, California, 1982.  
S. B. Pope. Turbulent flows. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.  
H. Tennekes and J. L. Lumley. A first course in turbulence. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1972.

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Fluidmechanik (Vorlesung, 2 SWS)  
Manhart M, Quosdorf D, Sakai Y

Fluid Mechanics and Transport Mechanisms (Vorlesung, 4 SWS)

Manhart M, Sakai Y, Quosdorf D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV410015: Energieeffizienz | Energy Efficiency

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2013

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2         | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur. Als Hilfsmittel sind die Vorlesungsfolien, eigene Mitschriften und ein nicht programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

In der Klausur wird das Verständnis der Grundbegriffe der Energieeffizienz mit Kurzfragen geprüft. Des Weiteren sind Sankey-Diagramme zu analysieren und eine Berechnung zur Datenanalyse für die Energieeffizienz durchzuführen. Beispiele aus der Praxis sind hinsichtlich ihrer Energieeffizienz und möglicher Effizienzsteigerung zu bewerten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Ingenieursgrundlagen (Elektro, Mechanik, Thermodynamik, Physik, Bauwesen) wünschenswert

#### Inhalt:

- Grundlagen für die Bestimmung von Energieeffizienz
- Aufstellen von Sankey-Diagrammen
- Anwendung der Ausgleichsrechnung
- Verständnis für die unterschiedlichen Energieeffizienzarten (Ressourcen, Back-draft, Energie)
- Effizienz in der Energiewirtschaft (Stromerzeugung, -transport und deren Wechselwirkung mit Kosten, Umwelt, Arbeit, Ressourcen)
- E-Mobilität und Effizienz im Vergleich der Systeme und der konventionellen erdölbasierten Mobilität (Energieversorgung, Effizienzbetrachtung für unterschiedliche Systeme Antrieb, Tank to Wheel, Well to Wheel)

- Beispiele für Energieeffizienz in verschiedenen Bereichen: Stromerzeugung mit Kohle, Gas, regenerativ
- Stromtransport in unterschiedlichen Spannungsnetzen
- Ressourcenanalyse
- Energieeffizienz in der Beleuchtungstechnik (Glühlampe, CFL, LED) mit Gewichtung und Berechnung
- IKT und E-Mobilität bezüglich Energieeffizienz
- Technische Gebäude Anlagen (Vorgehensweise, keine Baueffizienz)

**Lernergebnisse:**

Nach dem Abschluss des Moduls sind die Studierenden dazu in der Lage:

- Grundbegriffe der Energieeffizienz, sowie für die Bestimmung von Energieeffizienz zu erklären
- Verschiedene Arten von Energieeffizienz zu beschreiben
- Energieeffizienzberechnungen durchzuführen
- Sankey-Diagramme zu bestimmen
- Möglichkeiten von Energieeffizienzsteigerung in verschiedenen Bereichen, z.B. Energiewirtschaft, Stromtransport, E-Mobilität zu bewerten

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung wird vom breiten Erfahrungsschatz auf dem Bereich der Energieerzeugung und Energieeffizienz des Dozenten getragen. Neben einem klassischen Vortrag unterstützt von PowerPoint-Folien sind die Studierenden dazu aufgefordert sich während der Veranstaltung aktiv in die Diskussion um konkrete Beispiele einzubringen. Die Vorlesungsinhalte werden in der Reihenfolge Darlegung des Problems, Diskussion von Lösungsansätzen, Besprechen von Szenarien mit den Studenten erarbeitet. Die Vorlesungsfolien werden im elearning-Portal bereitgestellt.

**Medienform:**

Folien

**Literatur:**

Skriptum

**Modulverantwortliche(r):**

Michael Manhart (michael.manhart@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Effizienter Umgang mit elektrischer Energie (0000002080)

Oliver Mayer

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV430005: Stabilitätstheorie | Stability of Structures

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse der Moduls Stabilitätstheorie werden durch eine schriftlichen Prüfung von 60 Minuten Dauer geprüft.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Lehrinhalte, darunter die vermittelten Stabilitätsphänomene, die grundlegenden Differentialgleichungen und die zugehörigen Lösungen sowie die Anwendung auf Problemstellungen verstanden wurden, komprimiert wiedergegeben und angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

In der Klausur sind keine Hilfsmittel mit Ausnahme der bereitgestellten Formelzusammenstellung und eines wissenschaftlichen Taschenrechners zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der Mechanik

#### Inhalt:

In diesem Modul werden lokale und globale Versagensmechanismen erörtert. Es werden nicht-lineare Probleme allgemein, und in linearisierter Form behandelt. Spannungs- und

Stabilitätsprobleme werden am Beispiel des Biegebalkens mathematisch und mechanisch hergeleitet und gelöst. Es werden sowohl analytische Lösungen für ausgewählte Probleme als auch eine allgemein gültige numerische Implementierung mit Hilfe der Finite Elemente Methode präsentiert.

Die thematische Gliederung ist dabei folgende:

- Nichtlineare Effekte und Theorie 2. Ordnung
- Spannungsprobleme und Phänomene des Stabilitätsversagens
- Stabilitätsprobleme: Knicken, Kippen, Drillknicken und Biegedrillknicken
- Numerische Lösung mit der Finite Elemente Methode

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul Stabilitätstheorie sind die Studierenden in der Lage, die Phänomene des Stabilitätsversagens und deren mechanische Grundlagen zu analysieren, sowie die den Problemen zugrunde liegenden Differentialgleichungen zu verstehen. Sie können Ergebnisse bewerten und sind nach der Bearbeitung der Aufgabenblätter in der Lage mit Hilfe mechanischer Modelle das Stabilitätsverhalten von Strukturen zu analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Anstatt einer klassischen Vorlesung werden Lehrvideos über die Plattform Moodle bereitgestellt. Über dieses neuartige Konzept ist es möglich, dass die Studierenden die komplexen Inhalte des Moduls in individuell wählbarer Geschwindigkeit erlernen.

Zusätzlich werden Übungsveranstaltungen angeboten, die die Studierenden unterstützen sollen, die mit Hilfe der Lehrvideos vermittelten Grundlagen und Konzepte auf Problemstellungen anzuwenden. Den Studierenden werden Rechenaufgaben in Form von Arbeitsblättern zur Verfügung gestellt, um die erlernten Inhalte weiter zu vertiefen und zu trainieren. Zu Validierungszwecken und um einen Einblick in die Praxis zu gewinnen werden die Ergebnisse der Aufgabenblätter mit einer kommerziellen Finite-Elemente Software gegengerechnet.

### **Medienform:**

Lehrvideos werden über Moodle bereitgestellt. Im Rahmen der Hörsaalveranstaltungen werden als Medien Tablet-PC und Beamer und bei Bedarf auch Folien oder die Tafel des Hörsaals verwendet. Arbeitsblätter werden den Studierenden bei Bedarf online zur Verfügung gestellt. Animationen werden an geeigneter Stelle zur Illustration der vermittelten Inhalte eingesetzt.

### **Literatur:**

- W. Wunderlich, G. Kiener, Statik der Stabtragwerke, Teubner 2004
- C.H. Yoo, S. Lee, Stability of Structures: Principles and Applications, Butterworth Heinemann 2011

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Stability of Structures - Übung (Vorlesung, 2 SWS)

Schmauß C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV440004: Paralleles Rechnen | Parallel Computing

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 90 minütigen Klausur. Das Ziel der Klausur ist der Nachweis, dass die Studierenden mit den behandelten Themen vertraut sind und die gelernten Konzepte und Methoden auf konkrete Problemstellungen der parallelen Programmierung anwenden können. Dazu gehören parallele Architekturen und Netzwerke, parallele Programmierung und Algorithmen. Dazu sind kurze Rechenaufgaben zu lösen sowie Programmfragmente zu entwickeln. Als Hilfsmittel sind gedruckte Unterlagen der Vorlesung (Folien und Übungsblätter) sowie eigene Notizen zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Kenntnisse einer Programmiersprache (etwa C/C++ oder Fortran)
- Teilnahme an Algorithmen und Datenstrukturen (BV440007)

#### Inhalt:

- Moderne Rechnerarchitekturen (Pipelining, Vektorisierung,, Multicore)
- Klassifikation von Supercomputern (Modell nach Flynn, speichergekoppelte Systeme)
- Evaluierung (Speed-Up und Effizienz, Modell nach Amdahl und Gustafson) und Skalierbarkeit
- Beurteilungsgrundlagen von Netzwerken sowie Beispiele statischer und dynamischer Netzwerktopologien
- Grundlagen der parallelen Programmierung (Bernsteinbedingungen, parallele Modelle, Synchronisation und Kommunikation)

- Analyse und Programmierung speichergekoppelter Systeme (Cache-Kohärenz, MESI-Protokoll, Abhängigkeitsanalyse von Schleifen, OpenMP)
- Analyse und Programmierung nachrichtengekoppelter Systeme (Message Passing, kollektive und Punkt-zu-Punkt-Kommunikation, MPI)
- statische/dynamische Lastbalanzierungsverfahren sowie raumfüllende Kurven
- Beispiele paralleler Anwendungen (Matrix-Vektor-Multiplikation, Matrix-Matrix-Multiplikation, iterative Gleichungslöser, bitonisches Sortieren)

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage

- die Konzepte moderner Rechnerarchitekturen zu verstehen sowie Unterschiede in deren Funktionsweise aufzuzeigen,
- Netztopologien zu analysieren und aufgrund ihrer Leistungsmerkmale zu bewerten,
- Designgrundlagen und Paradigmen paralleler Programme anzuwenden und auf eigene Problemstellungen zu übertragen,
- aktuelle Trends im (schnelllebigen) Bereich Hardware zu verstehen und einzuordnen sowie deren Nutzen für den Einsatz im Rahmen eigener Programme zu beurteilen,
- eigene parallele Programme basierend auf OpenMP oder MPI zu entwickeln,
- die Leistung paralleler Programme anhand von Evaluierungsmethoden zu beurteilen,
- sowie Lastbalanzierungsverfahren anzuwenden und deren Nutzen zu analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul wird als Vorlesung mit integrierter Übung angeboten. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag durch anschauliche, praxisrelevante Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen

Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Die einzelnen Übungseinheiten (basierend auf wöchentlichen Aufgabenblättern) sind an die jeweiligen Vorlesungsinhalte angelehnt und werden gemeinsam mit den Studierenden erarbeitet, um die gelernten Methoden und Konzepte anzuwenden und zu vertiefen.

### **Medienform:**

Die Vorlesung wird hauptsächlich mittels PowerPoint-Folien präsentiert und durch Anschrieb auf Tafel oder

Whiteboard ergänzt. Die Folien stehen den Studierenden komplett zum Download zur Verfügung.

### **Literatur:**

- I. Foster: Designing and Building Parallel Programs, Addison-Wesley, 1995, and evolving online version
- A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar: Introduction to Parallel Computing, Addison Wesley, sec. ed. 2003
- H. F. Jordan, G. Alagband: Fundamentals of Parallel Processing, Prentice Hall, 2002
- E. L. Leiss: Parallel and Vector Computing, McGraw-Hill, 1995
- B. P. Lester: The Art of Parallel Programming, Prentice Hall, 1993

- M. J. Quinn: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw-Hill, 2003
- H. Sagan: Space-Filling Curves, Springer, 1994
- T. Schnekenburger, G. Stellner (Hrsg.): Dynamic Load Distribution for Parallel Applications, Teubner, 1997

**Modulverantwortliche(r):**

Christoph Ertl ([christoph.ertl@tum.de](mailto:christoph.ertl@tum.de))

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV440007: Algorithmen und Datenstrukturen | Algorithms and Data Structures

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Lernergebnis wird in einer 90-minütigen schriftlichen Klausur geprüft, um aufzuzeigen, inwieweit die Studierenden mit den behandelten Themen vertraut sind und die gelernten Konzepte und Methoden zur Entwicklung und Analyse von Algorithmen für konkrete Problemstellungen aus den Bereichen der rekursiven Verfahren, Such- und Sortiervverfahren sowie für Graphen anwenden können. Dazu sind kurze Rechenaufgaben zu lösen sowie Programmfragmente zu entwickeln. Als Hilfsmittel sind gedruckte Unterlagen der Vorlesung (Folien und Übungsblätter) sowie eigene Notizen zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse einer Programmiersprache (etwa C/C++ oder Fortran)

#### Inhalt:

- Grundlagen programmiersprachlicher Konzepte
- Rekursive Verfahren
- Einführung in die Komplexitätsanalyse
- Datenstrukturen (Reihungen, Bäume, verkettete Listen)
- Sortialgorithmen (sequentielle Verfahren, Teile-und-Herrsche-Paradigma)
- Suchalgorithmen (sequentielle und rekursive Verfahren, Balanzierungsverfahren, Hashing)
- Grundlagen der Graphentheorie und Graph-basierte Anwendungen (minimal-spannende Bäume, Kürzeste-Wege-Suche, Netzwerkfluss)

- Optimierungsmethoden und Cache-Blocking

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage

- Algorithmen zu entwickeln und somit Berechnungsvorschriften zur Problemlösung am Rechner mittels programmiersprachlicher Konzepte zu formulieren,
- rekursive Verfahren zu verstehen und auf eigene Problemstellungen anzuwenden,
- Algorithmen im Hinblick auf deren Laufzeitverhalten und Speicherverbrauch durch eine Komplexitätsanalyse zu bewerten und klassifizieren,
- unterschiedliche Datenstrukturen zu kennen und gemäß deren Vor- und Nachteilen jeweils passende Strukturen für bestimmte Problemklassen auszuwählen,
- unterschiedliche Sortier- und Suchverfahren inkl. deren Komplexität anzugeben und anzuwenden,
- Grundlagen der Graphentheorie zu verstehen sowie Graph-basierte Algorithmen auf Problemstellungen der minimal-spannenden Bäume, der Kürzesten-Wege-Suche sowie dem maximalen Netzwerkfluss anzuwenden,
- Optimierungsmethoden (u.a. Cache-Blocking) für Algorithmen zu kennen und verstehen und auf eigene Problemstellungen anzuwenden.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul wird als Vorlesung angeboten und die Inhalte werden im Vortrag durch anschauliche Beispiele sowie durch Diskussion mit den Studierenden vermittelt. Die Vorlesung soll den Studierenden dabei auch als Motivation zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen sowie zum Studium der Literatur dienen. Jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten werden Aufgabenblätter und deren Lösungen angeboten, die die Studierenden zur selbstständigen Kontrolle sowie zur Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte nutzen sollen.

### **Medienform:**

Die Vorlesung wird hauptsächlich mittels PowerPoint-Folien präsentiert und durch Anschrieb auf Tafel oder Whiteboard ergänzt. Die Folien stehen den Studierenden komplett zum Download zur Verfügung.

### **Literatur:**

- T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms, 2nd ed., The MIT Press, 2001
- R. Sedgewick: Algorithms, 2nd ed., Addison-Wesley, 1988
- V. Heun: Grundlegende Algorithmen, Vieweg, 2003

### **Modulverantwortliche(r):**

Alexander Braun (alex.braun@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**



PD Dr. rer. nat. habil. Ralf-Peter Mundani

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV450005: Satellitenaltimetrie und Physikalische Ozeanografie | Satellite Altimetry and Physical Oceanography**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 30.

With an oral examination it shall be ensured that the students are able to remember and to understand the individual concepts of physical oceanography, the observation technique of satellite altimetry, and the products derived from it. They should verify that they are able to build interrelations between the observational component of satellite altimetry and the physical processes of oceanography, and that they are able to understand their contribution to the overarching concept of system Earth. By means of dedicated questions, it is verified that the students are able to interpret results of observation technologies and that they are able to build connections to physical modelling. The format of an oral exam allows interactive queries, and the ability to give precise and well-structured answers in real time is verified.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Mathematical physics, linear algebra, time series analysis

**Inhalt:**

Oceanography and Satellite Altimetry:

- Equation of motion,
- geostrophic currents,
- hydrostatic balance,
- temperature, salinity, and density,
- ocean tides, tidal analysis,
- de-aliasing,
- radar and laser altimetry,
- altimeter mission overview,
- where to get what data,
- corrections of altimeter observations,
- repeat pass and crossover analysis,
- mean sea surface, geoid, dynamic ocean topography, sea level variability, sea level rise.

**Lernergebnisse:**

After the successful conclusion of the module, the students are able to

- to understand the basic principles of physical oceanography;
- to understand the basic principles of satellite altimeter missions
- to recognize satellite altimetry as an operational remote sensing technique with important applications in geodesy, oceanography and other geosciences;
- to apply observation techniques and the necessary measurement correction;
- to apply key analysis methods to practical problems of satellite altimetry and physical oceanography;
- to analyze and to interpret the results;
- to link these topics to the monitoring of the Earth system.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Power point presentations; handouts in electronic form; blackboard

**Medienform:**

- presentations in electronic form
- blackboard
- Selected text books and scientific publications

**Literatur:**

Stewart, R.: Introduction to Physical Oceanography (OpenSource Book, see download)

Fu, L.L. and A. Cazenave (Eds.) Satellite Altimetry. International Geophysics Series, Vol. 69, San Diego, CA, 2000

**Modulverantwortliche(r):**

Roland Pail (pail@bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Satellite Altimetry and Physical Oceanography (Vorlesung, 2 SWS)

Seitz F [L], Passaro M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460012: Fließgewässer als Lebensraum | Rivers as an Ecosystem [KS\_4]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die schriftliche Modulprüfung (120 min) besteht aus zwei thematischen Gebieten, in denen die Studierenden die Fragestellungen zur Ökohydraulik und aquatischen Ökologie ohne Hilfsmittel bearbeiten sollen. Zudem wird das Verständnis der gelernten Bemessungsmethoden in Form einfacher Transferaufgaben, welche sich an den vorgestellten Anwendungsbeispielen orientieren, geprüft. Ferner wird das interdisziplinäre Verständnis in Form von fächerübergreifenden Fragestellungen (Wasserbau - Ökohydraulik - aquatische Ökologie) geprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Besuch der Module

"Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft", Modul Nr. BV000030

und

"Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft", Modul Nr. BV000048

#### **Inhalt:**

Das Modul kombiniert die beiden Themengebiete Ökohydraulik und aquatische Ökologie um den Lebensraum von Fließgewässern umfassend zu behandeln.

Ökohydraulik:

- Flora und Fauna in und an Flussgebieten; Auen Vegetation

- Interaktion zwischen Fluss und Einzugsgebiet
- Durchgängigkeit: Anforderungsprofil, mögliche Formen, bauliche Umsetzung, Regelwerke
- Entwurf und Bemessung von Fischaufstiegsanlagen und Rampen
- Wasserrahmenrichtlinie, Wasserhaushaltsgesetz

#### Aquatische Ökologie:

- Besonderheiten des Lebensraums Wasser, Gewässertypen; Life support services und threats; Gashaushalt, trophische Beziehungen, Nährstoffe und ihre Dynamik;
- Fließgewässer als dynamische Systeme: Besonderheiten, Funktion und Gefährdung, Zonierung, Bioindikation;
- Stehende Gewässer: Ökologische Einteilung, Besonderheiten, Gefährdung,
- Beispiele: Biodiversität, Aussterbestrudel und Gefährdungsfaktoren in aquatischen Ökosystemen; Schutzkonzepte und Conservation Biology;
- Ökotoxikologische Aspekte: Endpoints, Xenobiotika und endokrine Disruptoren; Bedeutung und Einfluss der Nutzung auf aquatische Ökosysteme

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Grundlagen der Ökologie und des Chemismus von Gewässern sowie die interdisziplinären Zusammenhänge und die Besonderheiten aquatischer Ökosysteme zu verstehen
- die Regelwerke zur Bemessungen von Bauwerken zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit anzuwenden
- die zeitliche und räumliche Verteilung von Biodiversität und Produktivität in aquatischen Ökosystemen zu analysieren
- Effekte menschlicher Eingriffe in aquatische Ökosysteme abzuschätzen und zu bewerten

#### Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags vermittelt, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen relevanter Fallbeispiele ermöglichen, den Studierenden sich einzubringen und gelernte Zusammenhänge zu intensivieren.

In die Vorlesung sind auch themenfeldspezifische Gruppenarbeiten im Hörsaal integriert, bei denen die Studierenden einfache Berechnung und Problemfallstudien selbständig durchführen und im Anschluss ihre Ergebnisse in großer Runde zur Diskussion stellen.

#### Medienform:

Tafelarbeit; PowerPoint-Folien; Rechenbeispiele etc.

**Literatur:**

Schwörbel, Jürgen: Einführung in die Limnologie, Springer Spektrum 2013, ISBN-13: 978-3827421531  
Primack, Richard B.: A primer of Conservation Biology, Palgrave Macmillan 2004, ISBN-13: 978-0878937288  
Pullin, Andrew S.: Conservation Biology, Cambridge University Press 2002, ISBN-13: 978-0521644822  
Helfman, Gene S.: Fish Conservation, Island Press 2007, ISBN-13: 978-1559635967  
Postel, Sandra & Richter, Brian: Rivers for Life: Managing water for people and nature, PAPERBACKSHOP UK IMPORT 2003, ISBN-13: 978-1559634441  
Di Giulio, Richard T. & Hinton, David E.: The toxicology of fishes, CRC Press, 2008, ISBN 0203647297, 9780203647295

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV460017: Wasserkraft und Energiespeicherung | Hydro Power und Energy Storage

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2012/13

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der schriftlichen Klausur (60 min) wird geprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegenden Konzepte der Stromerzeugung aus Wasserkraft und der Energiespeicherung in begrenzter Zeit komprimiert wiedergeben können, sowie Lösungen zu Anwendungsproblemen unter festen zeitlichen Vorgaben aufzeigen können. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Besuch der Vorlesungen

- 1) "Grundmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft" und
- 2) "Ergänzungsmodul Wasserbau und Wasserwirtschaft"

#### Inhalt:

1) Renewable Energy Potentials:  
Overview, definitions

- 2) Hydro Power:
- hydro power potentials
  - types of hydro power stations
  - hydro turbines: turbine types, application ranges
  - energy conversion in hydro turbines - physical fundamentals



- hydro power without dams and weirs - stream turbines: fundamentals, turbine types, application range
- planning of hydro power stations: hydrological surveys, layout, power plan

### 3) Energy Storage:

- why do we need energy storage - grid stability, safety of supply, economic reasons etc.
- which possibilities do exist, pros and cons, potential, development state etc.
- pumped storage plants: fundamentals, efficiency, electromechanical equipment
- new approaches (Power Tower, ring wall storage, disused mining systems etc.)

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die etablierten und neuen Technologien der Wasserkraftnutzung und der Energiespeicherung zu verstehen und zu bewerten
- die Planungsprinzipien von Wasserkraftanlagen zu verstehen
- Auslegungen von Wasserkraftanlagen vorzunehmen

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen zu relevanten Beispielen ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die Zusammenhänge zu intensivieren.

### **Medienform:**

PowerPoint Präsentation mit Animationen, kurze Lehrfilme

### **Literatur:**

J. Giesecke, E. Mosonyi: Wasserkraftanlagen, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-25505-2  
T. Strobl, F. Zunic: Wasserbau, Springer Verlag 2006, ISBN 3-540-22300-2  
W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 1: Vogel Verlag Würzburg 1994, ISBN 3-8023-1527-8  
W. Bohl: Strömungsmaschinen Band 2: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0127-7  
W. Bohl: Strömungslehre: Vogel Verlag Würzburg 1991, ISBN 3-8023-0036-X  
J. Raabe: Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI-Verlag Düsseldorf 1989, ISBN 3-18-400801

### **Modulverantwortliche(r):**

Wilfried Knapp (wilfried.knapp@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydro Power and Energy Storage (Vorlesung, 2 SWS)  
Rutschmann P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460018: Modelle für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung | Sustainable Water Resources Management**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2012/13

|                               |                       |                                    |                        |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b>       | <b>Semesterdauer:</b>              | <b>Häufigkeit:</b>     |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b> | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b> | <b>Präsenzstunden:</b> |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Not available any more as a 3 ECTS course.

See new 6 ECTS-Module BV460015

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

#### **Inhalt:**

#### **Lernergebnisse:**

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

#### **Medienform:**

#### **Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sustainable Water Resources Management (Vorlesung, 2 SWS)

Huber R, Scherbaum S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV460019: Verkehrswasserbau und Wasserstraßen | Inland Navigation Management and Constructions [HE]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2012/13

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

In der schriftlichen Klausur (60 min) wird geprüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen des Verkehrswasserbaus verstanden haben und das Wissen in begrenzter Zeit komprimiert wiedergeben können, sowie Lösungen zu Anwendungsproblemen unter festen zeitlichen Vorgaben aufzeigen können. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelorstudium im Bauingenieur- oder Umweltingenieurwesen

#### **Inhalt:**

1. Verkehrssystem Schiff/Wasserstraße
  - Verkehrswirtschaft (Verkehrsaufkommen, -leistung, -entwicklung)
  - Wasserstraßennetz (Struktur, Klassifizierung, Perspektiven)
2. Fahrdynamik von Binnenschiffen
  - Manövrierorgane (Propeller, Ruder)
  - Schiffsumströmung
  - Fahrrinnenabmessungen bei Einzel- und Begegnungsfahrt
  - Fahrrinnentrassierung
3. Natürliche Binnenwasserstraßen

- Strombau (Buhnen, Parallelwerke, Ufersicherungen)
- Geschiebemanagement

#### 4. Schleusen

- Schleusentypen
- Konstruktionsprinzipien
- Füll- und Entleerungssysteme
- Schleusenausrüstung
- Erhaltungsmanagement
- Schleusenvorhöfen
- Beispiele für den Ausbau von Vorhöfen

#### 5. Künstliche Binnenwasserstraßen (Kanäle):

- Historische Kanäle (Canal du Midi, Ludwig-Donau-Main-Kanal)
- Moderne Kanäle (Regelquerschnitte, Dammsicherheit, Kreuzungsbauwerke)
- Beispiel Wasserstraßenkreuz Magdeburg (Kanalbrücke, Sparschleusen, Schiffshebewerk)

#### 6. Umweltschutz, Naturschutz, Landschaftspflege:

- Rechtsgrundlagen
- Berücksichtigung bei der Wasserstraßenunterhaltung (Unterhaltungspläne, Unterbringung von Baggergut)
- Berücksichtigung bei Aus- und Neubaumaßnahmen Umweltverträglichkeitsuntersuchung, Landschaftspflegerische Begleitplanung)
- Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie
- Ökologische Durchgängigkeit an staugeregelten Wasserstraßen

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- grundlegende Kenntnisse über die verkehrswirtschaftliche Bedeutung der Binnenschifffahrt anzuwenden und zu vermitteln;
- Aussagen über die hydraulischen Wechselwirkungen zwischen Schiff und Wasserstraße zu machen und bei Projektierungen zu beachten;
- Bau, Betrieb und Unterhaltung natürlicher und künstlicher Binnenwasserstraßen einschließlich der Belange Umweltschutz, Naturschutz und Landschaftspflege zu verstehen und planerisch umzusetzen.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Um das Modul erfolgreich zu absolvieren, muss die Wissensvermittlung überwiegend durch Beispiele aus der Praxis erfolgen. Diese Beispiele der Wasserstraßen aus ganz Deutschland lassen sich am besten durch einen Folienvortrag vermitteln. Wo möglich, werden auch Videoclips vorgeführt, um die komplizierte Dynamik des Schiffsverkehrs plastisch zu machen. Am Ende

des Moduls wird eine eintägige Fachexkursion angeboten, in der Verkehrswasserbauwerke und Baustellen besichtigt werden.

**Medienform:**

PowerPoint-Präsentation

**Literatur:**

Vortragsfolien als Vorlesungsskript

**Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

LV-Nr. 0000001776

Prof. Dr. Christoph Heinzelmann

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV500003: Mechanik ungesättigter Böden | Unsaturated soil mechanics [UNSATSOIL]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfung besteht aus allgemeinen Fragen und freien Formulierungen. Als Hilfsmittel sind sämtliche Studienunterlagen, Literatur und einfache wissenschaftliche Taschenrechner zugelassen. Es wird nachgewiesen, dass die Studierenden ein Verständnis für die im Rahmen des Moduls vermittelten grundlegenden Zusammenhänge der Mechanik ungesättigter Böden entwickelt haben. Der Schwerpunkt der Antworten liegt auf eigenen stichwortartigen Formulierungen. Teilweise sind auch kleinere Berechnungen gefordert.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

#### **Inhalt:**

- Einführung in die Grundlagen der Mechanik ungesättigter Böden
- Arten der Saugspannung, totale Saugspannungen und Matrixspannungen

- Ermittlung der Saugspannungs-Wassergehalts-Beziehung von Böden
- Ermittlung der hydraulischen Leitfähigkeit im ungesättigten Zustand
- Modelle zur Beschreibung der Saugspannungs-Wassergehalts-Beziehung
- Modelle zur Beschreibung der hydraulischen Leitfähigkeit
- Beschreibung der Wasserbewegung im ungesättigten Boden
- Effektive Spannungen in ungesättigten Böden
- Volumenänderungsverhalten von ungesättigten Böden
- Scherfestigkeit ungesättigter Böden
- Bedeutung der Mechanik ungesättigter Böden für die Bemessung in der Geotechnik

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- das bodenmechanische Verhalten von Böden im ungesättigten Zustand zu beurteilen,
- experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung der bodenmechanischen Eigenschaften von ungesättigten Böden zu entwickeln,
- die Grundlagen zur Wasserbewegung in ungesättigten Böden anzuwenden,
- Modelle zur Beschreibung der Spannungsausbreitung in ungesättigten Böden und zur Scherfestigkeit von ungesättigten Böden zu benutzen,
- geotechnische Fragestellungen in ungesättigten Böden zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Filme / Bilder zu Versuchen und Verfahren werden integriert. Es besteht die Möglichkeit den Vorlesungsstoff mit der freiwilligen Bearbeitung von Übungsaufgaben zu vertiefen.

### **Medienform:**

Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit, Videos

### **Literatur:**

Studienunterlagen

Lu, N. and Likos, W. J.: Unsaturated soil mechanics, Wiley Verlag, 2004

Fredlund, D. G. and Rahardjo, H.: Soil mechanics for unsaturated soils, Wiley Verlag, 1993

Mitchell, J. K. and Soga, K.: Fundamentals of soil behaviour, Wiley Verlag, 2005

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Emanuel Birle, [emanuel.birle@tum.de](mailto:emanuel.birle@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Vorlesung 2 SWS

Dr.-Ing. Emanuel Birle, [emanuel.birle@tum.de](mailto:emanuel.birle@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### **BV500004: Umweltgeotechnik II | Environmental Geotechnics II [UGEO II]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen, schriftlichen Klausur.

Die Prüfung besteht aus allgemeinen Fragen und freien Formulierungen. Hilfsmittel sind nicht zugelassen. Es wird nachgewiesen, dass die Studierenden ein Verständnis für die im Rahmen des Moduls vermittelten vertieften Zusammenhänge der Umweltgeotechnik entwickelt haben. Hierzu zählen:

- Kenntnisse über Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte
- Ressourceneffizienz bei Bauverfahren in der Geotechnik
- Eigenschaften organischer Böden
- Eigenschaften von veränderlich festen Gesteinen

Der Schwerpunkt der Antworten liegt auf eigenen stichwortartigen Formulierungen. Teilweise sind auch kleinere Berechnungen gefordert.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die im Folgenden aufgelisteten Module sollten erfolgreich abgelegt sein: (Hinweis: Die Inhalte der Module sind den jeweiligen Modulhandbüchern zu entnehmen.)

- Grundbau- und Bodenmechanik Grund- und Ergänzungsmodul (BV000019 und BV500006)
- Technische Mechanik I (BV000001)
- Technische Mechanik II (BV000004)
- Höhere Mathematik I (MA9517)
- Höhere Mathematik II (MA9512)

- Umweltgeotechnik für Bauingenieure (BV120002) bzw. Umweltgeotechnik für Umweltingenieure (BV120050)

**Inhalt:**

- Ressourceneffizienz in der Geotechnik: Einführung, Problemstellung
- Veränderlich feste Gesteine: Beschreibung, Siebtrommelversuch, Einteilung, Einbau
- Organische Böden: Klassifikation, Eingruppierung, Eignung
- Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte: Klassifikation, Eingruppierung, Frostepfindlichkeit, Eignung
- Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte: Mechanische Bodenverbesserung
- Breiig weiche Böden, Schlämme und Suspensionen: Verfahrenstechniken zur Entwässerung
- Ressourceneffizienz im Spezialtiefbau und Tunnelbau: Verfahrensspezifische Besonderheiten

**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

- vertiefte Kenntnisse bezüglich des Umgangs mit mineralischen Abfällen und Ersatzbaustoffen anzuwenden
- ein modernes Stoffstrommanagement für Böden und sonstige Erdbaustoffe zu entwickeln
- Nachweiskonzepte für Eignungsnachweise von erdbautechnisch schwierigen Böden zu kreieren
- komplexe Zusammenhänge bezüglich der Verdichtung von Böden zu beurteilen

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine klassische Vorlesung mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozenten direkt profitieren können. Die PowerPoint-Folien werden für die Studierenden aufbereitet und sowohl als Umdruck in der Vorlesung als auch über die e-learning Plattform Moodle zur Nachbereitung zur Verfügung gestellt.

**Medienform:**

Skript, Overhead-/Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit

**Literatur:**

Vorlesungsunterlagen

Vorlesungsunterlagen zu Umweltgeotechnik für Bau-/Umweltingenieure

VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"

**Modulverantwortliche(r):**

Akad. Dir. Dr.-Ing. Dirk Heyer, [dirk.heyer@tum.de](mailto:dirk.heyer@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV520006: Vertiefungsmodul Verkehrsplanung | Transport Planning Master Module**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die wesentlichen Planungsverfahren der räumlichen Planung und der Verkehrsplanung auf verschiedenen räumlichen Ebenen sowie verschiedene Methoden zur Ermittlung der Verkehrsnachfrage und damit verbunden Fragestellungen verstanden wurden, komprimiert wiedergegeben und angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Lernergebnissen, Lösungswege gefunden und auch umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundmodul Verkehrstechnik/Verkehrsplanung

#### **Inhalt:**

Verfahren der Planung:

- Planungstheoretische Grundlagen: Integration unterschiedlicher Fachplanungen,
- Integration unterschiedlicher Maßstabsebenen, Formelle/informelle Prozesse

- Überregionale strategische Planung: Zuständigkeiten von EU/Bund/Länder, Bundesverkehrswegeplan
- Überörtliche formale Planung: Raumordnungsverfahren, Planfeststellung, UVP/SUP
- Lokale und regionale Planung: Bauleitplanung, Regional Governance
- Strategische Verkehrsplanung auf lokaler Ebene: Verkehrsentwicklungsplan, Luftreinhalteplanung, Lärminderungsplanung, Verkehrs- und Mobilitätsmanagement
- Planungs- und Finanzierungsinstrumente im ÖV: Nahverkehrsplan, GVFG-Novelle, Standardisierte Bewertung

Ermittlung der Verkehrsnachfrage:

- Einführung: Verkehrsnachfrageermittlung, Verkehrsnachfragemanagement, Verkehrsnachfragemodellierung
- Mobilitätsverhalten, Raumstruktur und Verkehr
- Klassische Methoden / Modelle der Verkehrsnachfrageermittlung
- Anwendungs-/Übungsbeispiele
- aktuelle Fragestellungen/Modellansätze, integrierte Flächennutzungs- und Verkehrsmodellierung.

### **Lernergebnisse:**

Nach Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- die Zusammenhänge der Planungsverfahren zu verstehen
- die formalen Planungsverfahren der überregionalen, überörtlichen und lokalen Planung anzuwenden
- die Unterscheidung von formellen und informellen Prozessen zu bewerten
- die Zusammenhänge von unterschiedlichen Fachplanungen und unterschiedlichen Maßstabsebenen zu bewerten
- die klassischen Verkehrsnachfragemodelle zu bewerten,
- Systemzusammenhänge zu analysieren und
- eigenständige Auswahl geeigneter Modellansätze für spezifische Fragestellungen zu schaffen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Veranstaltung ist eine Vorlesung mit Unterstützung durch eine Powerpoint-Präsentation. Die Folien werden zur Verständlichkeit und Mitschrift den Studierenden zur Verfügung gestellt. Zudem werden Originalpläne in Plan- und Textform exemplarisch präsentiert. Des Weiteren werden Gastreferenten eingeladen, die Projekte und somit Planungsvorhaben aus der Praxis anschaulich darstellen. Die Veranstaltung wird mit einer Exkursion abgeschlossen, anhand derer Planungsschritte- bzw. -prozesse sowie Verkehrsuntersuchungen / Modellanwendungen verdeutlicht werden.

### **Medienform:**

PowerPoint-Präsentationen, Karten, Pläne, Dokumentationswerke, Handout

### **Literatur:**

Literaturhinweise und Verweise auf vertiefende (Internet-)Quellen werden in der Veranstaltung gegeben.

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@mytum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

Roland Priester (roland.priester@tum.de)

Chenyi Ji (chenyi.ji@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV530014: Hangbewegungskartierung | Landslide Mapping Course [W-01]

*Hangbewegungskartierung + GIS*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>80 | <b>Präsenzstunden:</b><br>100        |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung setzt sich zu 50% aus einer Übungsleistung zur fünf-tägigen Hangbewegungskartierung im Gelände sowie zu 50% aus einer Projektarbeit zusammen, in der die Studierenden ein GIS-Projekt in digitaler Form bearbeiten.

Anhand der Übungsleistung sollen die Studierenden in Gruppenarbeit nachweisen, dass sie Werkzeuge, Methoden und Hintergrundwissen für eine Hangbewegungskartierung im Gelände zielgerichtet anwenden können. Die Gruppenarbeit ermöglicht die Bearbeitung größerer Kartiergebiete mit einer größeren Bandbreite an zu untersuchenden Prozessen. Die Charakterisierung und Analyse der identifizierten Hangbewegungen sowie eine Gefährdungsbewertung des betroffenen Hanges sollen schriftlich dokumentiert werden. Dabei sollen die Studierenden auch zeigen, dass sie fallspezifisch Gefahrenzonen, Alternativvorschläge zu geplanter Infrastruktur sowie Strategien zur Vermeidung, Vorhersage und Monitoring der Hangbewegung eruieren können.

Durch die Projektarbeit (GIS-Projekt) soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden, mit Hilfe eines geographischen Informationssystems, eine konkrete ingenieurgeologische Fragestellung (z.B. Beurteilung der Standsicherheit) bewerten können. Sie weisen in mehreren Projektphasen nach, dass sie nicht nur Geodaten sammeln, analysieren, entwickeln und präsentieren können, sondern auch – wie in einer herkömmlichen geotechnischen Untersuchung – ein Produkt für einen hypothetischen Kunden entwickeln können. Zusätzlicher Bestandteil der Projektarbeit ist eine Präsentation, mit der die kommunikative Kompetenz bei der Darstellung von wissenschaftlichen Themen vor einer Zuhörerschaft überprüft wird. Die Projektarbeit wird in der gleichen Gruppenzusammensetzung wie die Übungsleistung ausgeführt, um die im Gelände gewonnenen Daten weiter zu verarbeiten.

## **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

## **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

- Kenntnisse und Fähigkeiten zu: geologischer Kartierung, Gebirgseigenschaften, Klassifikation von Boden und Fels, Gestein und Gebirge: Maßstabseffekte, Methoden der Ermittlung von Gesteins- und Gebirgskennwerten
- Bereits erfolgreich abgelegter GIS I Kurs

## **Inhalt:**

- Eigenständiges, methodisches Kartieren von geologischen Einheiten, Strukturen und Gesteinen im Untersuchungsgebiet/Gelände
- Erkennen und Interpretieren typischer Hangbewegungsmorphologie
- Klassifizieren von Hangbewegungen gemäß Cruden & Varnes(1996)
- Erstellen einer geologischen Karte, einer geomorphologischen Karte und einer phänomenologischen Hangbewegungskarte gemäß BUWAL
- Gefährdungsbewertung
- Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung von Geoinformationssystemen in der Geologie am Beispiel der Hangbewegungskartierung am Rindberg
- Erstellung einer geologischen, geomorphologischen und phänomenologischen Hangbewegungskarte mit Hilfe von ESRI ArcGIS® oder QGIS.
- Erstellen einer digitalen Kartiergrundlage
- Koordinatensysteme / Kombination mit existierenden Geodaten
- Projekt Layout und Web Map Services
- Datenstrukturen und Darstellung von Geodaten
- Ingenieurgeologisch-geomorphologisches Kartieren
- Hydrologisches Modellieren, Geologische Querprofile, etc.
- Datenimport von digitalen Quellen / Georeferenzierung
- Thematische, digitale Kartenerstellung (Symbole, Annotationen, Topologie, Table of Contents)
- Raster basierte Standortanalyse

## **Lernergebnisse:**

- Die Gesteine im Gebiet beschreiben, klassifizieren und deren Beschaffenheit im Zusammenhang mit den Hangbewegungen vor Ort bewerten
- Die geologischen Strukturen und Einheiten im Gebiet erkennen und analysieren und eine geologische Karte des Gebiets entwickeln
- Selbstständig im Gelände Hangbewegungstypen und -prozesse erkennen, charakterisieren, klassifizieren, analysieren und bewerten (z. B. unter Berücksichtigung von geschätzter Mächtigkeit, Volumen, Bewegungsgeschwindigkeit, beeinflussten Bereichen, etc.)
- eine Gefährdungsbewertung der Hangbewegung durchführen (bezüglich Aktivität der Bewegung), inklusive Gefahrenzonierung, (Alternativ-)vorschläge zu geplanter Infrastruktur, Vermeidungsstrategien, Vorhersage- oder Monitoring-Strategien entwickeln
- Die Studierenden lernen die grundlegenden Eigenschaften und Möglichkeiten von Geoinformationssystemen kennen

- Erlernen und Verstehen von Digitalen Geländemodellen sowie geographischen und projizierten Koordinatensystemen und deren Anwendung bei der Erstellung der weiteren Karten
- Nutzung von externen Open-Source und privaten Geodaten erlernen, verstehen und für das eigene Projekt anwenden
- Eine strukturierte Systematik beim ingenieurgeologisch-geomorphologischen Kartieren kennen lernen, verstehen und insofern anwenden, als dass die Studierenden ein spezifisches System mit einer eigenen Klassifikation von z. B. Hangbewegungs-, Boden-, Gesteinstypen für die geologischen, geomorphologischen und phänomenologischen Karten in ihrem Projektgebiet entwickeln
- Die Studierenden verstehen wie die im Gelände kartierten Informationen in eine digitale Karte übertragen werden
- Verstehen wie man mit digitalen Geodaten arbeitet, diese aufbereitet und darstellt (inkl. Anwendung auf das eigene Projekt): sorgfältige Datenorganisation, Editieren von Geodaten, Anlegen von Geometrien, Styles, Attributierung, Symbole, Annotations, TOC, Layout
- Die Studierenden lernen und verstehen, wie Rasterdaten aufgebaut sind, Raster basierte Analysen funktionieren und wenden eine Standortanalyse auf ihr eigenes Kartiergebiet an
- Die Studierenden sind abschließend in der Lage, selbständig räumliche Abfragen und Analysen mit Geodaten anzuwenden
- komplexe Kartierprojekte mit ESRI ArcGIS® oder vergleichbaren Geoinformationssystemen wie z. B. QGIS durchführen und druckreife Karten entwickeln

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Bestandteil der Hangbewegungskartierung ist ein fünf-tägiger Gelände-Blockkurs. Am ersten Tag der Geländeübung findet eine Einführungssekkursion statt, in der die Studierenden mit den lokalen Besonderheiten von Geologie, Gesteinen sowie Hangbewegungen vor Ort vertraut gemacht werden. Ihnen werden praktische Kartierungsmethoden und Herangehensweisen gezeigt (Best-practice-Beispiele für das Interpretieren von Hangbewegungsformen oder -prozessen). Außerdem wiederholen die Studierenden das Beschreiben von Gesteinen, Fels und Boden im Gelände. In den darauffolgenden Tagen werden die TeilnehmerInnen in Kleingruppen selbstständig die Geologie und Hangbewegungen im Gelände kartieren. Die Betreuenden werden in dieser Zeit die einzelnen Gruppen mehrmals aufsuchen, um sie zu unterstützen und Fragen zu klären. Auf diese Art und Weise können die zu übermittelnden Lernergebnisse am besten näher gebracht werden.

Die TeilnehmerInnen des GIS-Kurses werden in Gruppen á 3-4 Studierenden eingeteilt. Innerhalb dieser Gruppen bearbeiten sie ein Projekt mit Hangbewegungs-Abschätzung für einen imaginären Auftraggeber mithilfe der GIS-Softwares ESRI ArcGIS oder QGIS. In jeder Gruppe gibt es jeweils eine/n Verantwortliche/n für die Themenbereiche Geologie, Geomorphologie, Hangprozesse sowie gegebenenfalls eine Zusammenfassung aller Teilkomponenten.

Die Lehrinhalte werden zunächst theoretisch unter Zuhilfenahme von Präsentationen behandelt (1 Stunde) und dann direkt am Computer praktisch umgesetzt (2 Stunden). Da der Kurs in einem EDV Raum stattfindet, haben die Studenten die Möglichkeit die Übungsbeispiele parallel zum Dozenten durchzuführen. Anschließend werden die Lerninhalte Abschnittsweise nochmals in kurzen selbständigen Übungen vertieft.



**Medienform:**

Hangbewegungskartierung: Präsentation, Exkursion, Gesteinsproben, Handouts mit den wichtigsten Diagrammen und Tabellen, Kartierarbeit in Kleingruppen

GIS-Kurs: PPT-Präsentation, Tafelanschrift, Videos, Handouts mit den wichtigsten Diagrammen und

Tabellen, Übungen und Projektarbeit am PC in Gruppen

**Literatur:**

BUWAL 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren für raumwirksame Tätigkeiten

Zangerl et al. (2008), Leitfaden Massenbewegungen

GI Geoinformatik GmbH (2008): ArcGIS 9 - das deutschsprachige Handbuch für ArcView und ArcEditor.- 526 S., Wichmann Verlag, ISBN: 978-3879074754.

KNEISEL, C., LEHMKUHL, F., WINKLER, S., TRESSEL, E. und H. SCHRÖDER (1998): Legende für geomorphologische Kartierungen in Hochgebirgen (GMK Hochgebirge). In: Baumhauer, R. (Hrsg.): Trierer Geographische Studien. Geographische Gesellschaft Trier. 1-24.

LESER, H. und STÄBLEIN, G. (1975): Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Erstellung geomorphologischer Karten 1:25000. Berlin. Berliner Geographische Abhandlungen. 1-39.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. M. Krautblatter, Fachgebiet für Hangbewegungen Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS)

Dozent(in): Hangbewegungskartierung: Exkursion, Geländeübung 2,8 SWS GIS-Kurs: Übung und Vorlesung, 3 SWS

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Hangbewegungskartierung: Exkursion, Geländeübung 2,8 SWS

GIS-Kurs: Übung und Vorlesung, 3 SWS

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV530023: Modellprojekt "Prävention gegen alpine Naturgefahren" | Study Project "Prevention against Alpine Natural Hazards" [ModProj]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Lehrveranstaltung findet in Form einer Projektarbeit statt. Die Studierenden arbeiten sich gemeinsam bzw. in Teilgruppen in die gestellten Projektaufgaben ein und bearbeiten diese. Die Projektergebnisse werden in Form eines schriftlichen Projektberichts dokumentiert sowie im Rahmen einer Abschlusspräsentation dem Dozententeam vorgestellt. Durch die Erstellung des Projektberichts und der dafür notwendigen fachlichen Auswerteergebnisse weisen die Studierenden Ihr gewonnen Lernergebnisse nach (nach Durchführung des Projekts sind die Studierenden in der Lage (kleine) Messkampagnen selbständig zu planen und durchzuführen, die dazu notwendige Ressourcenplanung selbständig durchzuführen, existierende Datengrundlagen zu analysieren, zu bewerten und anzuwenden sowie diese ggf. fortzuschreiben, planerische Tätigkeiten unter Berücksichtigung äußerer Zwänge durchzuführen und zu evaluieren, mit Entscheidern, Experten und Bürgern vor Ort zu interagieren und die Projektergebnisse zu präsentieren). Zur Benotung werden die im Projektbericht dokumentierten Ergebnisse des Projektes herangezogen. Individuell bewertbare Beiträge können u.a. sein: Teamfähigkeit, Problemlösungskompetenz, wissenschaftliche Arbeitsweise, Methodenkompetenzen, Präsentationsfähigkeiten.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Vorausgesetzt werden Grundlagen in Ingenieurgeodäsie, GIS und Bodenordnung & Landmanagement. Die Grundlagen werden u.a. durch den erfolgreichen Abschluss des Bachelor-Studiengangs „Geodäsie und Geoinformation“ gewonnen. Das Projekt richtet sich explizit an

alpinen Naturgefahren aus. Trittsicherheit im alpinen Gelände ist daher für einige Projektaufgaben unerlässlich; es besteht jedoch auch die Möglichkeit zu alternativen Projektleistungen.

#### **Inhalt:**

Aufbau von GNSS- / terrestrischen Netzen und deren Auswertung zur Deformationsanalyse von instabilen Gebirgsformen. Einsatz von modernem geodätischem Instrumentarium zur effektiven Erfassung von Objekten in schlecht erschlossenen Gebieten. Einsatz von terrestrischen Laserscannern zur Volumensbestimmung von potentiell bedrohlichen Felsmassen. Verarbeitung unterschiedlicher Datenbestände aus diversen Quellen in einem gemeinsamen GIS zur umfangreichen Dokumentation und Modellierung lokaler raumbezogener Naturgefahren. Evaluation möglicher Gefährdungsszenarios durch die Aufbereitung existierender Daten im GIS. Erarbeitung nachhaltiger, umweltverträglicher und sozial durchsetzbarer Maßnahmen zum Schutz von menschlichem Leben und Gütern im besiedelten / bewirtschafteten Gebiet durch planerische und bodenordnerische Maßnahmen (gefährdete Bereiche). Entwicklung eines Nutzungskonzepts des gefährdenden Bereichs im Kontext von (Ski-)Tourismus, Geologie und Umweltschutz. Verzahnung der einzelnen Teilbereiche durch entsprechende Datenerhebung vor Ort. Zusammenarbeit mit lokalen Entscheidungsträgern (Gemeinde, Wildbach, Amt der Tiroler Landesregierung) und Experten (Geologie).

#### **Lernergebnisse:**

Nach Durchführung des Projekts sind die Studierenden in der Lage (kleine) Messkampagnen selbständig zu planen und durchzuführen, die dazu notwendige Ressourcenplanung selbständig durchzuführen, existierende Datengrundlagen zu analysieren, zu bewerten und anzuwenden sowie diese ggf. fortzuschreiben, planerische Tätigkeiten unter Berücksichtigung äußerer Zwänge durchzuführen und zu evaluieren, mit Entscheidern, Experten und Bürgern vor Ort zu interagieren und die Projektergebnisse zu präsentieren.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Projektarbeit unter Anleitung durch Dozenten der drei beteiligten Lehrstühle. Jährlich wechselndes Kernthema. Allgemeine Einführungsveranstaltung (zwei Tage Einführung in Thematik und Schaffung von Grundlagen in Gruppenarbeit). Einführung in das Messgebiet (ein Tag Ortsbegehung und idR. Führung durch einen Geologen). Durchführung von Deformations- und Bestandsmessungen vor Ort (3-4 Tage) mit Auswertung (Feldübung). Auswertung und Mehrwertgenerierung/Modellierung von Geo-Daten in seminarähnlicher Übungsveranstaltung (4-5 Tage). Raumordnerische Planung / Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs in seminarähnlicher Übungsveranstaltung (4-5 Tage). Erarbeitung von Abschlussvortrag und -bericht (1-3 Tage)

#### **Medienform:**

Skripten, Datenpool, Expertenbefragung

#### **Literatur:**

- F. Rudolf-Miklau: Naturgefahren-Management in Österreich
- R. Marschallinger u.a.: Geostatische Raum-Zeit-Analyse der Deformationen am Hornbergl, Proceedings COGeo 2010

- J. Glabsch u.a.: Monitoring the Hornbergl landslide[&], Journal of Applied Geodesy 4/2009

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Wunderlich, [th.wunderlich@tum.de](mailto:th.wunderlich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modellprojekt „Prävention gegen alpine Naturgefahren“ (Übung, 6 SWS)

Wunderlich T, de Vries W, Donaubauer A, Kolbe T, Kutzner T, Wiedemann W

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV560005: Intelligente Fahrzeuge | Intelligent Vehicles [IF]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60minütigen schriftlichen Prüfung. Als Hilfsmittel ist ein handschriftliches beidseitig beschriebenes DIN A4 Blatt erlaubt.

Auf Grundlage von Fakten und Verständnisfragen, die einer eigenständigen Antwortformulierung bedürfen, sollen die Studierenden zeigen, dass sie behandelten Aspekte des intelligenten, kommunizierenden Fahrzeugs im vernetzten Verkehr in ihrer Gesamtschau verstanden haben, sowie die einzelnen technischen Bestandteile in einfacher, reproduzierender Weise differenzieren können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

-

#### Inhalt:

Grundlagen: Einführung des Themengebietes und grundlegende Definitionen von Fahrerassistenzsystem (FAS) und intelligenten Verkehrssystemen (IVS), Einfluss auf Fahrer und Verkehr (Komfort, aktive Sicherheit, Effizienz...), Fahrer-Umfeld Interaktion

- FAS Funktionen: Klassifikation von FAS- Funktionen, Autonomes Fahren
- Sensorik: Detektion, Datenfusion, Radar, Video, etc. MMI: Mensch-Maschine Interaktion, Menschliche Wahrnehmung, Fahrsimulator
- Navigation: Koordinatensysteme zur Navigation, Map Matching, Positionsbestimmung, Routenplanung

- Sicherheit der FAS: Sicherheitskonzepte beim Betrieb von FAS, Rechtliche Aspekte
- FAS, Einblick in die Praxis: Passive und Aktive Sicherheit, Unfallforschung

**Lernergebnisse:**

Am Ende der Modulveranstaltung haben die Teilnehmer verstanden, wie moderne Fahrerassistenzsysteme (FAS) funktionieren und welche Entwicklungstrends derzeit in der Automobilindustrie in Bezug auf Navigation, FAS und IVS eingeschlagen werden.

Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Sich an die aktuellen Entwicklungstrends in der Automobilindustrie im Bezug auf vernetztes und (teil-) automatisiertes Fahren zu erinnern
- Die für derartige Fahraufgaben nötige fahrzeugseitige Sensorik zu differenzieren

Den Stand der Technik der Mensch-Maschine-Interaktion im Rahmen von

Fahrerassistenzsystemen zu benennen

Möglichkeiten der GPS- und sensorgestützten Navigation zuzuordnen

Den Einsatz von Fahrerassistenzsystemen im sicherheitsrelevanten und rechtlichen Rahmen zu charakterisieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung besteht hauptsächlich aus Vorträgen, zum Teil werden externe Referenten aus der Automobilindustrie eingeladen, die zu einem Teilgebiet berichten. Daneben werden auch mit FAS-Funktionen ausgestattete Fahrzeuge präsentiert. Die Vorlesungsunterlagen stehen zum Download bereit oder werden in ausgedruckter Form ausgehändigt.

**Medienform:**

Präsentationen

**Literatur:**

Bishop (2005): Intelligent Vehicle Technology and Trends, Artech House, London

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Matthias Spangler

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV560011: Governance | Governance

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Seminararbeit

Das Ziel der Seminararbeit ist es, das Verständnis der Studierenden bezüglich einer Reihe von Grundprinzipien der Governance zu überprüfen. Weiterhin sollen ihre Fähigkeiten getestet werden, einen Governance-Ansatz selbstständig im Rahmen einer Fallstudie anzuwenden und dabei Erkenntnisse zu gewinnen, die für die praktische Anwendung und/oder die Fachwelt sowie die Wissenschaft relevant sind.

Die Studierenden werden selbstständig forschen und die Studienarbeit unabhängig vom Seminar verfassen. Es wird erwartet, dass der Text im Sinne einer sozialwissenschaftlichen Arbeit strukturiert wird und Folgendes umfasst: eine relevante Problemstellung, Frage oder Hautargument; kurze Beschreibung des Standes der Wissenschaft; Methodologie (inkl. analytischem Ansatz); Fallstudie und Analyse; Hauptergebnisse und Erkenntnisse (theoretisch und praktisch) für eine spezifischen Zielgruppe.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorkenntnisse in Verkehrsplanung und Verkehrspolitik

#### Inhalt:

Verkehrsplanung bedeutet viel mehr als reine Papierarbeit. So müssen Verkehrsplaner z.B. mit verschiedenen Menschen, Institutionen, Unternehmen etc. zusammenarbeiten. Des Weiteren erfordert sie allgemeines Verhandlungsgeschick, um bessere und effektivere Lösungen für Verkehrsprobleme diskutieren und aushandeln zu können. Die Wege zu einem nachhaltigen

Verkehrsnachfragemanagements auf regionaler Ebene erfordern zugleich neue Konzepte von Machtmanagement und staatlichen Verfahren. "Governance" ist eines der Hauptschlagworte, mit denen der fundamentale Wandel in den Beziehungen von politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren in Städten und Regionen beschrieben wird.

Vier zentrale Themen werden die Vorlesungen und Diskussionen im Kurs dieses Semesters prägen. Alle Themen stehen im engen Zusammenhang mit den planerischen und politischen Aspekten von Verkehr und Mobilität in Städten:

- Was ist Governance? Eine Einführung in die Governance Debatte.
- Wer ist verantwortlich? Die Rolle des Staats im Wandel.
- Wer entscheidet? Politik, Demokratie und die Öffentlichkeit.
- Wie entscheiden? Beratung, Teilhabe und Expertise.

Die Studierenden bekommen einen Überblick der Spannweite von Konzepten und theoretischen Ansätzen im Bereich Governance, was unter anderem Folgendes umfasst: die sich ändernde Rolle des Staates im Verkehrssektor; Hauptakteure der Governance; die Rolle von öffentlicher Meinung und Expertenmeinung; die verschiedenen Typen (z.B. hierarchisch, Gemeinschaften, Netzwerke, Märkte, etc.) und Prozesse (z.B. gemeinschaftlich, technokratisch, basis-bezogen) der Governance, die im Alltag von Planung und Politik im Verkehrssektor vorkommen.

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, Grundprinzipien der Governance zu erkennen, aktiv zu kommunizieren und auf aktuelle Debatten und Themen im Verkehrssektor anzuwenden.

Weiterhin werden die Studierenden in der Lage sein, aktuelle Policy-Themen und Fallstudien aus einer Governance-Perspektive zu analysieren und relevante Erkenntnisse zu formulieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Der Kurs ist eine aktive Mischung aus Vorlesungen, Diskussion, Studierendenpräsentationen, Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Hörsaals und Lektüren, die das kennenlernen von Governance-Theorien und ihrer Anwendungen unterstützen. Dies basiert auf Analysen der alltäglichen Prozesse der politischen Entscheidungsfindung und Planung.

Die Vorlesungen werden mit herkömmlichen Powerpoint-Präsentationen, Tafelanschrieb und anderen Materialien unterstützt.

Diskussion finden in einem "Runden Tisch" statt und gestalten sich aus den Interessen und Fragen mit denen die Studierenden in ihren Studien, Projektarbeiten und/oder Berufsleben konfrontiert werden.

Studentische Vorträge werden auf Grundlage der Lektüren in Gruppen von 2-3 Personen organisiert. Jeder Student/jede Studentin wird einmal zu präsentieren.

Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Hörsaals werden Einblicke in die Anwendung der Governance-Themen und -Ansätzen in realen Situationen und Fallstudien geben.

Darüber hinaus werden die Studierenden über eine Reihe von einschlägigen theoretischen und praktischen Themen im Bereich Governance im Verkehrssektor aufzubereiten.

### **Medienform:**

Reader, Powerpoint-Präsentationen, material for in-class activities, Tafelarbeit.



**Literatur:**

- Bang, H.P. (Ed.), 2003. Governance as Social and Political Communication. Manchester University Press, Manchester.
- Bevir, M., 2009. Key Concepts in Governance. SAGE Publications Ltd.
- Fischer, F., 2009. Democracy and expertise: Reorienting policy inquiry. Oxford University Press, Oxford.
- Henderson, J., 2013. Street fight: the politics of mobility in San Francisco. University of Massachusetts Press, Amherst.
- Geels, F., Kemp, R., Dudley, G., Lyons, G. (Eds.), 2012. Automobility in transition?: A socio-technical analysis of sustainable transport. Routledge, London.
- Meadowcroft, J., 2007. Who is in Charge here? Governance for Sustainable Development in a Complex World. Journal of Environmental Policy & Planning 9, 299–314.
- Newman, J. (Ed.), 2005. Remaking governance: peoples, politics and the public sphere. Policy Press, Bristol.
- Peters, B.G., 2011. Governance as political theory. Critical Policy Studies 5, 63–72.
- Pierre, J., Peters, G.B., 2000. Governance, politics and the state. Macmillan Press Ltd., Hampshire.
- Wagenaar, H., 2011. Meaning in action?: interpretation and dialogue in policy analysis. Sharpe, Armonk, NY.

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de )

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Governance (Vorlesung, 3 SWS)

Zimmer C [L], Zimmer C, Silva C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV560024: Verkehrsmanagement | Traffic Management [VM]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung ergibt sich aus einer schriftlichen Prüfung von 120 Minuten, in welcher nachgewiesen werden soll, dass in einer vorgegebenen Zeit Problemstellungen eigenständig erkannt werden und die Prüflinge in der Lage sind, ohne Hilfsmittel zu einem Lösungsweg zu gelangen. Die Prüfung besteht aus Fakten- und Verständnisfragen, welche die Fähigkeit der Studierenden überprüfen, theoretische Fragestellungen und verkehrstechnische Konzepte in kompakter Form zu bearbeiten sowie Rechenaufgaben, in denen die Anwendung von Verkehrsflussmodellen und Steuerungsverfahren überprüft wird. Eine verkehrstechnische Formelsammlung zu allen in Vorlesung und Übung behandelten Problemstellungen wird zur Prüfung gestellt. Andere Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul (BV000029)

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Ergänzungsmodul (BV000047)

#### Inhalt:

In der ersten Semesterhälfte wird 'Modellierung des Verkehrsablaufs' und in der zweiten Semesterhälfte 'Grundlagen der Verkehrssteuerung' unterrichtet.

Das Modul beinhaltet somit folgende Thematiken:

- Verkehrsflussmodelle auf Kanten (Kinematik, Sub-Mikroskopische Sichtweisen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Mikroskopische und Makroskopische Modelle, Fahrzeugfolgemodelle, Fahrstreifenwechselmodelle, Zellularautomatenmodelle, Taktisches

Fahrverhalten von Fahrradfahrern, Fundamentaldiagramm, Kontinuumstheorie, Cell Transmission Modell)

- Modelle zur Verkehrslageschätzung in Netzwerken (Endogene Schätzung von Verkehrsbeziehungen, Routing Algorithmen)
- Modelle zur Bestimmung von Wartezeiten und Stopps (Warteschlangentheorie, Deterministische und Stochastische Modelle, Rückstaulängenschätzer)
- Verkehrssystemsimulationen und zusätzliche Themen (Simulationsstatistik, Simulationsstudien Workflow, Mikroskopische und Makroskopische Fahrzeugsimulation, Fußgänger- und Fahrradsimulation, Daten Fusion, Multiscaling, Modellkopplung)
- Einführung in die Verkehrssteuerung, Charakteristika von Verkehrssteuerungssystemen, Systemarchitekturen
- ITS-Technologien, Verkehrsdatenerfassung, Umfelddatenerfassung
- Steuerungsverfahren auf Autobahnen in Form von Streckenbeeinflussungsanlagen, Netzsteuerung, Zuflussregelung
- Verkehrssteuerungsverfahren im städtischen Bereich, Koordinierung von Lichtsignalanlagen,
- Steuerung des ÖPNV, Fahrgastinformation, Tarifstruktur und Fahrgeldentrichtung
- Mobility Pricing und Parkraummanagement

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul haben die Studierenden detailliertes Wissen über die theoretischen Grundlagen von Verkehrsflussmodellen und zur Warteschlangentheorie erworben. Darüber hinaus kennen und verstehen die Studierenden die Grundlagen der Verkehrssteuerung und sind in der Lage, Lichtsignalanlagen auf städtischen Straßen, aber auch entsprechende Steuerungsmaßnahmen auf Autobahnen zu planen und zu koordinieren. Die Studierenden sind imstande, diese Grundlagen und Modelle in Simulationsstudien umzusetzen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen. Neben den Vorlesungen bearbeiten die Studierenden teils in Einzelarbeit Probleme und deren Lösungsfindung, teils durch Vorrechnen der Übungsaufgaben durch Dozierende.

### **Medienform:**

Vorlesungsfolien, Übungsfolien, Filme

### **Literatur:**

Bell, M. G. H.; Shield, C. M., Busch, F.; Kruse, G. [1997]: A Stochastic User Equilibrium Path Flow Estimator  
Busch, F.; Dinkel, A.; Schimandl, F.; Boltze, M.; Jentsch, H. (2007): Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement  
Busch, F.; Dinkel, A.; Leonhardt, A.; Ziegler, J.; Kirschfink, H.; Peters, J. (2006): Benchmarking für Verkehrsdatenerfassungs- und Verkehrssteuerungssysteme  
Cremer, M. [1979]: Der Verkehrsfluss auf Schnellstraßen, Daganzo, C. [1997]: Fundamentals of Transportation and Traffic Operations. Pergamon, New York

Gipps, P.G. [1981]: A behavioural car-following model for computer simulation  
Herz, R.; Schlichter, H.; Siegener, W. [1992]: Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner  
Highway Research Board [2000]: Highway Capacity Manual  
Kerner, B. S. [2004]: The Physics of Traffic  
Kimber, R.M.; Hollis, E.M. [1979]: Traffic queues and delays at road junctions  
Kotsialos, A.; Papageorgiou, M.; Mangeas, M.; Haj-Salem, H. [2000]: Coordinated and integrated control of motorway networks via non-linear optimal control  
Lighthill, M. J.; Whitham, G. B. [1955]: On Kinematic Waves. II. A Theory of Traffic Flow on Long Crowded Roads  
Leutzbach, W. [1988]: Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses  
Meschendorfer, J. [2004]: Fahrzeugklassifizierung und Fahrzeugwiedererkennung anhand von Mikrodaten lokaler Detektoren  
Nagel, K.; Schreckenberg, M. [1992]: A cellular automaton model for freeway traffic.  
Orcutt, F. L. [1993]: The Traffic Signal Book  
Papageorgiou, M. [2000]: Regelungsstrategien für den Straßenverkehr - Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft  
Piszczek, S.; Dinkel, A.; Leonhardt, A.; Mutzbauer, J. (2007): Testfeld für die Erfassung von Umfelddaten in Streckenbeeinflussungsanlagen, RiLSA  
Schnabel, W.; Lohse, D. [1997]: Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung Band 1 & 2  
Van Zuylen, H. J.; Willumen, L.G. [1980]: The Most Likely Trip Matrix Estimation from Traffic Counts  
Wang, Y.; Papageorgiou, M. [2005]: Real-time traffic state estimation based on extended kalman filter. A general approach  
Wardrop, J. G. [1952]: Some theoretical aspects of road traffic research  
Wiedemann, R. [1974]: Simulation des Straßenverkehrs

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Klaus Bogenberger

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundlagen der Verkehrssteuerung (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)  
Bogenberger K [L], Bogenberger K ( Dumler K ), Spangler M ( Amini S )

Modellierung des Verkehrsablaufs (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Bogenberger K [L], Bogenberger K ( Dumler K ), Spangler M ( Tilg G )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV560028: Urban Infrastructure Design | Urban Infrastructure Design [EvsV]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Übungsleistung erbracht. Jeder Student muss drei Projektaufgaben innerhalb des Semesters bearbeiten, die einzeln benotet werden. Die Gesamtnote für das Modul ergibt sich aus dem Durchschnitt der drei Einzelnoten. In den Projektaufgaben bemessen und entwerfen Studierende städtische Verkehrsanlagen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul (BV560029)

Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Ergänzungsmodul (BV560047)

#### **Inhalt:**

Entwurf von städtischen Verkehrsanlagen anhand der deutschen Richtlinien

Entwurf und Dimensionierung von Verkehrsinfrastruktur

Entwurf von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen

Entwurf von Parkanlagen

Entwurf von ÖPNV-Anlagen

Bemessung von Knotenpunkten ohne LSA

Bemessung von Knotenpunkten mit LSA

**Lernergebnisse:**

Der Student hat sicheren Umgang mit den deutschen Richtlinien zum Entwurf und der Bemessung von städtischen Verkehrsanlagen, der Bemessung und der Bewertung der Verkehrsqualität an unsignalisierten und signalisierten Knotenpunkten und der Integration von unterschiedlichen baulichen Maßnahmen der Verkehrsinfrastruktur in einem speziellen Entwurfskonzept.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar. In diesem werden die Inhalte durch Vorträge, unterstützt durch Präsentationen (PowerPoint-Folien), vermittelt sowie durch Hausaufgaben und interaktive Diskussionen gefestigt. Durch praktische Beispiele, werden die theoretischen Grundlagen erläutert. In den Hausaufgaben erstellen die Studierenden Entwurfsaufgaben und wenden so das Erlernte eigenständig an. Die Studierenden vertiefen das erworbene Wissen mit Hilfe der empfohlenen Literatur. Zusätzlich finden zwei AutoCAD Vehicle Tracking Kurse statt, so dass Studierende sicher mit CAD-Werkzeugen zum automatisierten Entwurf und der Bewertung von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen umgehen können.

**Medienform:**

Umdruck, Powerpoint-Präsentation, Tafel

**Literatur:**

BUSCH, F. Umdruck Grundmodul Verkehrstechnik und Verkehrsplanung  
BUSCH, F. Umdruck Ergänzungsmodul Verkehrstechnik und Verkehrsplanung  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: EAR - Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (Ausgabe 2005)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: RiLSA - Richtlinien für Lichtsignalanlagen (Ausgabe 2011)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: RIN - Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (Ausgabe 2008)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: EAÖ - Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (Ausgabe 2013)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise für den Entwurf von Verknüpfungsanlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (Ausgabe 2009)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: RAS 06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (Ausgabe 2006)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren (Ausgabe 2006)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: ERA - Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (Ausgabe 2010)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zum Fahrradparken (Ausgabe 2012)  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: HBS - Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (2015)

**Modulverantwortliche(r):**

M.Sc. Georgios Grigorpoulos

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Urban Infrastructure Design (Seminar, 2 SWS)

Spangler M ( Grigoropoulos G )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV580008: Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr | Modelling of Environmental Effects in Transportation [MoDEET]**

*Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer 60-minütigen Klausur und einer wissenschaftlichen Ausarbeitung mit zugehöriger Präsentation. Die Klausur besteht aus theoretischen Fragen, Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Die wissenschaftliche Ausarbeitung wird in schriftlicher Form abgegeben und im Rahmen des Seminars präsentiert. Die Gewichtung der beiden Prüfungselemente in der Endnote ist jeweils 50%.

Die Studierenden beantworten im Rahmen der schriftlichen Klausur Verständnisfragen und zeigen, dass sie wichtigsten Umweltwirkungen des Verkehrs und die mit Verbundenen Grenzwerte und Normen kennen sowie Wirkungszusammenhänge zwischen Verkehr und verstehen sowie Ansätze zur ihrer Reduzierung kritisch analysieren können. Anhand wissenschaftlichen Ausarbeitung wird überprüft, inwieweit die Studierenden komplexere, raumbezogene Fragestellungen anhand eines selbst entwickelten Emissionsmodells mit ausgewählter Datenerhebung selbständig konzipieren und bearbeiten können. Anschließend wird in einer Präsentation nachgewiesen, ob die Studierenden ihre Analysen zur Wirkungsabschätzung von Emissionsreduzierenden Maßnahmen verständlich, präzise und anschaulich darstellen können sowie dabei gleichzeitig mit rhetorischer Sicherheit überzeugend und professionell auftreten können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

-



### **Inhalt:**

Teil 1 Verkehr und Umwelt (Vorlesung):

- Verkehr und Luftschadstoffe
- Emissionsstandards für Fahrzeuge
- Lärm
- Energieverbrauch
- Klimawandel
- Nachhaltiger Verkehr

Teil 2 Modellierung von Verkehrsbedingten Emissionen (Seminar):

- Emissionen aus mobilen Quellen
- Emissionsmodellierung mit Schwerpunkt auf ökologische und gesundheitliche Auswirkungen
- Erstellung eines vollständigen Emissionsmodells
- Feldarbeit zur Datenerhebung
- Datenanalyse und Interpretation
- Bewertung von Strategien zur Emissionsreduktion

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die wichtigsten umweltrelevanten Wirkungen des Verkehrs zu kennen
- die wichtigsten Emissionen des Verkehrs, ihre Entstehung und ihre Wirkung zu verstehen
- die gängigen Emissionsstandards für Fahrzeuge sowie ihre Messung zu kennen
- den Zusammenhang zwischen Schall und Lärm sowie die Gesundheitswirkungen von Lärm zu verstehen
- Ursachen und Wirkungen des globalen Klimawandels zu kennen
- Definitionen und Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrssystems zu kennen
- die Entwicklung und den Gebrauch von Emissionsverzeichnissen zu verstehen
- Methodiken der Emissionsabschätzung zu kennen und anzuwenden
- Verkehrsemissionen zu modellieren
- selbstständig Modelle zu entwickeln und die erforderlichen Daten zu erheben
- Strategien zur Emissionsminderung zu entwickeln und anhand von Modellabschätzungen zu bewerten
- die Ergebnisse ihrer Untersuchungen zu vermitteln (schriftlich und mündlich)

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus 2 Vorlesungen.

In einer Reihe von Präsentationen werden theoretischen Grundlagen zu Emissionen und ihren Wirkungszusammenhängen mit dem Verkehrswesen vermittelt, bei der auch stets die Gelegenheit zur Diskussion gegeben ist. Es werden Anschauungsmaterialien wie Bilder und Filme zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet. In Seminarveranstaltungen werden die theoretischen Grundlagen mit praktischen Sachverhalten erweitert und in Modellen zur Emissionsbewertung überführt. Durch Diskussionen über strategische Konzepte zur Emissionsreduzierung vertieft. Verschiedene Modellierungsansätze und Fallstudien werden bearbeitet und kritisch bewertet.

**Medienform:**

Präsentation, Tafelanschrieb

**Literatur:**

- CO2 Emissions from fuel combustion. Highlights. International Energy Agency 2011
- Energy technology perspectives. Scenarios and strategies in 2050. International Energy Agency 2010
- CO2-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotentiale. Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt 2010.
- Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030 (TREMOT, Version 5). IFEU 2010
- Air Quality Management. Sustainable Transport: a sourcebook for policy-makers in Developing cities, Module 5a, revised April 2004, GTZ GmbH;
- Reducing Air Pollution from Urban Transport Companion. Ken Gwilliam, Masami Kojima, June 2005,
- THE WORLD BANK; Air Quality Guidelines Global Update 2005. World Health Organization 2006, ISBN 9289021926

**Modulverantwortliche(r):**

Gebhard Wulfhorst (gebhard.wulfhorst@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Verkehr und Umwelt (Vorlesung, 2 SWS)

Bogenberger K [L], Tsakarestos A ( Tilg G )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV580010: Analysemethoden - Statistik und GIS | Analysis Methods - Statistics and GIS

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Bewertung des Moduls erfolgt durch eine schriftliche Prüfung (Prüfungsdauer 120 Minuten), in der die Studierenden den Nachweis erbringen, dass sie verkehrliche Problemstellungen zielorientiert mit Methoden der Geoinformatik und Statistik aufbereiten und analysieren können. Die Studierenden zeigen, dass sie fortgeschrittene Konzepte und Methoden zur Datenbeschreibung, -strukturierung und -analyse aus dem Bereich der Statistik und Geoinformatik verstehen und diese zutreffend auf verkehrliche Fragestellungen transferieren können. So können sie z.B. Hypothesen entwickeln und deren statistische Signifikanz testen oder Zusammenhänge verkehrlicher Maßnahmen und Instrumente modellieren. Des Weiteren zeigen die Studierenden anhand von Rechenaufgaben, Wissensfragen sowie Fallbeispielen mit Echtdaten, dass sie Geodaten und statische Verfahren sinnvoll darstellen können und sie zudem in der Lage sind, die Qualität und Ergebnisse von Datenmaterial zu evaluieren. Anhand beispielhafter Aufgaben aus der Praxis des Verkehrsbereichs sind typische Fragestellungen, die im Umgang mit zeit- und raumbezogenen Erhebungsdaten, Verkehrsmessungen oder Modellierungsergebnissen entstehen, sachgerecht durch Einsatz der erlernten statistischen und geoinformatischen Verfahren zu beantworten.

Die Studierenden dürfen ein A4-Blatt mit eigenen Notizen (über Statistik) und einen nichtprogrammierbaren Taschenrechner benutzen.

Zusätzlich werden im Laufe des Semesters freiwillige Hausaufgaben an die Studierenden vergeben, die nicht bewertet werden. Einige freiwillige Übungen sind für die Lehrveranstaltung GIS zu bearbeiten (PC-Übungen mit Betreuung durch Tutoren). Diese beziehen sich u.a. auf räumliche Modellierungen, verschiedene Algorithmen und Analysemethoden in der Geoinformatik. Für die Lehrveranstaltung „Angewandte Statistik im Verkehrswesen“ sind die Hausaufgaben Rechenaufgaben zur Übung und kurze Präsentationen (Gruppenarbeit). Bei den Präsentationen

zeigen die Studierenden, dass sie die statistischen wissenschaftlichen Veröffentlichungen verstehen und beurteilen können.

**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Basiskenntnisse in Statistik und Informatik

**Inhalt:**

Im Modul „Analysemethoden“ werden Verfahren und Techniken aus dem Bereich der Statistik und der Geoinformatik vermittelt, die im Bereich des Verkehrsingenieurwesens (z.B. im Hinblick auf Verkehrsnachfragemanagement, Optimierung, Verkehrserzeugung) Anwendung finden:

Angewandte Statistik im Verkehrswesen:

- Methoden der Darstellung von Daten (z.B. Graphen, Tabellen ...)
- Maßzahlen der Deskriptiven Statistik
- Wichtige Verteilungen
- Konfidenzintervalle und Stichprobengrößen
- Hypothesentest und statistische Tests
- Korrelation und lineare Regression

Geoinformationssysteme (GIS):

- Modellierungsmethoden und Algorithmen in der Geoinformatik
- Raum-zeitliche Darstellungen und Datenbanken
- Geodatenanalyse
- Einführung und praktische Übungen mit GIS-Software

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Methoden, Modellierungsverfahren und Datenstrukturen aus der Geoinformatik sowie statistische Konzepte und Verfahren zu verstehen und sie auf verkehrliche Fragestellungen zu transferieren,
- statistische Verkehrsdaten sowie Geodaten sinnvoll darzustellen, ihre Qualität zu evaluieren und die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien aus dem Verkehrsbereich zu verstehen und zu beurteilen,
- statistische Fragestellungen zu beantworten,
- aus praktischen verkehrlichen Anwendungen generierte Daten sowie empirische Verkehrsdaten mit statistischen Methoden zu analysieren,
- vorhandene Verkehrsdaten zu strukturieren und aufbauend auf den Ergebnissen, Schlussfolgerungen zu ziehen sowie weitere Forschungsschritte zu formulieren,
- die wesentlichen Funktionen der GIS-Software (z.B. ArcGIS) anzuwenden,

- Geodatenstandards zu evaluieren und Konzepte für die Modellierung von Geodaten zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorträge der Lehrveranstaltung „Angewandte Statistik im Verkehrswesen“ bestehen aus Power Point-Präsentationen, um die statistische Konzepte und Verfahren zu erklären. Es gibt Übungen mit Rechenaufgaben (nicht bewertet), bei denen Microsoft Excel benutzt wird. Damit können die Studierenden die Verkehrsdaten durch die statistischen Methoden analysieren. Zusätzlich gibt es eine freiwillige Gruppenarbeit, um die existierenden statistischen Studien zu verstehen und zu beurteilen. Die Gruppen stellen Ihre Arbeit mit einer kurzen Präsentation im Kurs vor, wobei die Ergebnisse und Erfahrungen diskutiert werden.

Die Lehrveranstaltung „Geoinformationssysteme“ besteht aus Vorträgen und Übungen am PC, welche der Vertiefung des in den Vorträgen erworbenen Wissens dienen. In jeder Übung wird eine Einführung zum jeweiligen Thema gegeben. Im Rahmen der Übungen benutzen die Studierenden die GIS-Software ArcGIS und setzen die in der Theorie übermittelten Grundlagen praktisch um. Dabei werden die wesentlichen Funktionen der GIS-Software erlernt, unterschiedliche Konzepte für die Geodatenmodellierung angewendet und die Analyseergebnisse visuell dargestellt.

### **Medienform:**

Power Point Präsentationen, Diskussion, Übungen am Computer (GIS-Software), E-Learning System (Moodle)

### **Literatur:**

Herz, Raimund, Schlichter, Hans G., Siegener, Wilfried (1992) Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner.

P A Longley, M F Goodchild, D J Maguire, and D W Rhind(Eds) 2005: Geographical Information Systems - Principles, Techniques, Management and Applications. John Wiley & Sons.  
ESRI Software Documentation

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Constantinos Antoniou (c.antoniou@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Applied Statistics in Transport (Vorlesung, 2 SWS)  
Antoniou C [L], Antoniou C, Ma T

Geographische Informationssysteme (GIS) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)  
Meng L, Donaubauer A, Murphy C

Geo-Information (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Meng L, Murphy C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV600004: Zuverlässigkeitstheorie | Structural Reliability [SR]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 30.

Oral examination Students will be given one problem, which they should study for 15min and outline a solution. This will be followed by additional follow-up questions.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The course will assume a basic knowledge of probability concepts such as random variables and their description (e.g., through completion of the BSc course Zuverlässigkeit and MSc course Risk Analysis I). Basic Matlab knowledge is an advantage.

#### Inhalt:

1. Introduction and brief review of basic probability theory
2. First Order Reliability Method
3. Risk acceptance and target reliabilities
4. System reliability
5. Monte Carlo Simulation
6. Importance sampling
7. Subset simulation
8. Response surface methods (metamodels) and coupling with FEM codes
9. Random variable elimination
10. Time variant reliability analysis
11. Final project

### **Lernergebnisse:**

This course enables the student to perform reliability analysis for realistic engineered structures and systems, and to interpret the results of such analyses. At the end of the course, the student will be able to:

- Formulate the reliability problem for realistic structures.
- Establish the probabilistic model for various loadings and materials.
- Compute estimates of the failure probability of engineered systems using various approximate methods.
- Construct response surfaces for the reliability analysis of systems that are analyzed with large FEM codes.
- Assess the relative importance of random variables.
- Assess the sensitivities of the results to model assumptions.
- Update the reliability estimates with observed data.
- Perform reliability-based optimization of engineered systems

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course will consist of lectures (50%) and numerical calculations (50%). Exercises will be performed partly using general-purpose and specialized computer software.

### **Medienform:**

- lectures with blackboard supported by Powerpoint
- excercises in the computer lab using Matlab and Strurel software
- lecture notes including theory and examples
- homework examples

### **Literatur:**

Lecture notes will be distributed. The following books provide useful supplemental material:

- Melchers R. (1999). Structural Reliability Analysis and Prediction. 2nd edition, John Wiley & Sons, New York
- Ditlevsen, O., and H. O. Madsen (1996), Structural Reliability Methods, John Wiley & Sons.

### **Modulverantwortliche(r):**

Daniel Straub (straub@era.bv.tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Structural Reliability (Seminar, 2 SWS)

Straub D [L], Kamariotis A, Papaioannou I, Straub D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### BV600011: Datenanalyse für IngenieurInnen mit Matlab | Engineering Data Analysis with Matlab [DAM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2012/13

|                                 |                             |                                          |                                      |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2           | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>40 | <b>Präsenzstunden:</b><br>20         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Project work: The students will work in small groups on a 6 week project, where they will apply the methods learned during the course. The problem the students will have to solve is closely related to the exercises given throughout the semester. It will involve mainly basic statistical data analysis based on the software tool Matlab. The students will have to organize the team and hereby practice and apply soft skills required for team work. The project must result in a Matlab code and a written report which is graded.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge of probability concepts such as random variables and their description (e.g., through completion of the BSc course Zuverlässigkeit und Lastannahmen or Einführung in das Risikomanagement) is of advantage, but not required.

#### Inhalt:

This course is designed to make students familiar with Matlab and its application for the analysis of data.

1. Statistics of data sets
2. Graphical representation of data sets
3. Statistics of pairs of data sets
4. Simulation of random variables

**Lernergebnisse:**

This course is designed to make students familiar with Matlab and its application for the analysis of data. At the end of the course, students will be able to:

- Perform data analysis (statistics) using Matlab
- Interpret the information hidden in data sets
- Simulate random variables using Matlab

**Lehr- und Lernmethoden:**

The course will consist of 4 weeks of weekly lectures (2 hours) and exercises (2 hours). The lectures will be given with PowerPoint presentations and examples will be shown in Matlab. The students will subsequently solve practical exercises in Matlab together with the help of supervising tutors. The lecture notes in PDF form will be distributed at the beginning of the semester.

**Medienform:**

- lectures with Powerpoint presentations
- excercises using Matlab supervised by tutors
- lecture notes including theory and examples

**Literatur:**

Lecture notes will be distributed. The following books provide useful supplemental material:

- Ang, A. H.-S., and Tang, W. H. (2006). Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering, Wiley, New York.
- <http://www.mathworks.de/help/techdoc/>

**Modulverantwortliche(r):**

Daniel Straub (straub@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Anke Scherb

[anke.scherb@tum.de](mailto:anke.scherb@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV610020: Computerunterstützte Verkehrsplanung mit Matlab | Computer Aided Traffic Engineering with Matlab

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Schriftliche Prüfung (60 Min.); keine Hilfsmittel. Bei geringer Anzahl Teilnehmer wird die Prüfung mündlich durchgeführt.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Programmierung oder Informatik sind nützlich

#### Inhalt:

Nutzen von Matlab als Programmierumgebung im speziellen Kontext von Transportation Systems. Die Studierenden sollen zudem methodische Grundlagen der Softwareentwicklung erhalten.

**Lernergebnisse:**

Studierende können

- die Entwicklungsumgebung von Matlab interaktiv und mit Skripts nutzen
- Formeln und Berechnung effizient in Skripts und Funktionen umsetzen
- Dateien verarbeiten, auswerten und prozessieren
- Grafiken erstellen
- Ergebnisse bewerten und interpretieren
- fehlerhafte Daten behandeln

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung gliedert sich in theoretische und praktische Einheiten. Zusammen dienen sie zum Erlernen der Matlab-Grundkenntnisse. Diese werden dann anhand eines Projekts eingesetzt, bei dem reale Daten aus der Verkehrsplanung genutzt, prozessiert, ausgewertet und interpretiert werden. Die Studierenden müssen sich selbst organisieren, erhalten jedoch Hinweise und die nötigen Informationen. Ziel ist das erfolgreiche Lösen einer realen Aufgabe unter Nutzung des Erlernten.

**Medienform:**

Der Theorieteil besteht aus Präsentationen, die als Foliensammlung den Studierenden zur Verfügung stehen. Dazu gibt es Übungsblätter mit Lösungen für die Vorlesung und weiterführend für das Selbststudium. Der Praxisteil besteht aus Code-Teilen und Beispielen.

**Literatur:**

Skript (entsprechende Literatur ist aktuell dort zu finden)

**Modulverantwortliche(r):**

Alexander Neidhardt (alexander.neidhardt@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Computer Aided Traffic Engineering with Matlab (TS) (Vorlesung, 1 SWS)

Neidhardt A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV620006: Sonderthemen des nachhaltigen Bauens | Special Topics in Sustainable Design

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Vorlesung mit Vor- und Nachbereitung der Vortragsinhalte. Eigenständigen Erarbeitung von Strategien und Lösungsansätzen, die zu Semesterende in Form einer wissenschaftlichen Ausarbeitung und einer Präsentation dargestellt werden. Durch die Prüfung in Form eines Vortrags und einer wissenschaftlichen Ausarbeitung sollen die Studentierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, sich aktuellen Forschungsthemen über einen Zeitraum von einem Semester zu beschäftigen und kritisch auseinander zu setzen. Dabei wird auf verschiedene Fragestellungen aus Bauphysik, Architektur und technischer Gebäudeausstattung eingegangen und diese forschungsbezogen angewandt und bewertet.

In Interaktion mit den Prüfenden sollen typische Problemstellungen ergebnisorientiert analysiert werden und die Lösungswege in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht werden.

Die Form des mündlichen Leistungsnachweises ermöglicht dabei iterative Fragestellungen mit steigender Komplexität und das individuelle Eingehen auf die Studierenden, wodurch eine realistische Einschätzung bezüglich der im Rahmen des Moduls erlangten Kompetenzen ermöglicht wird.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in der Architektur/Bauphysik/Gebäudetechnik

**Inhalt:**

Begleitend zu aktuellen Forschungs- und Praxisthemen werden einzelne Themenbereiche betrachtet und in einer eigenständigen Arbeit genauer erarbeitet. In einem interdisziplinären Ansatz werden den Studierenden die wesentlichen Zusammenhänge der am Bau beteiligten Parteien dargestellt.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, aktuelle Themen des nachhaltigen Bauens und Ergebnisse zu verstehen und anzuwenden. Des Weiteren sind sie in der Lage, Themen der Nachhaltigkeit mit Bauprozessen abzustimmen und deren Umsetzbarkeit zu beurteilen.

Komplexe Fragestellungen und Zusammenhänge der Bauphysik, Architektur und der technischen Gebäudeausstattung können erklärt und veranschaulicht werden.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Rollenspiel, Recherche, Übungseinheiten, Video-Analyse. Durch diese Methoden können die Studierenden bereits während des Seminars die gelehrt Techniken anwenden und ihre Kompetenzen weiterentwickeln.

**Medienform:**

Präsentationsprogramme, wie Powerpoint

**Literatur:**

Hegger, Manfred ; Fuchs, Matthias ; Stark, Thomas ; Zeumer, Martin: Energie Atlas : Nachhaltige Architektur. Berlin: Walter de Gruyter, 2007.

Kaltschmitt, Martin ; Streicher, Wolfgang ; Wiese, Andreas: Erneuerbare Energien : Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2013.

Lenz, Bernhard ; Schreiber, Jürgen ; Stark, Thomas: Nachhaltige Gebäudetechnik : Grundlagen - Systeme - Konzepte. Berlin: Walter de Gruyter, 2010.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV620020: Fallstudien nachhaltiger Quartiers-, Stadt- und Infrastrukturentwicklungen | Case Studies of Sustainable Urban Developments and Infrastructure [FNQSI]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung und betreute Erarbeitung einer Gruppenarbeit zu den in den Vorlesungen angesprochenen Themen. Zusätzlich finden Exkursionen zu ausgewählten Gebäuden, Stadtquartieren und Infrastrukturbauten statt. Unterstützend ergänzen Gastreferenten die Vorlesung um die Praxisnähe und Anwendung zu veranschaulichen. Die Inhalte der beiden Bausteine des Moduls sind prüfungsrelevant und bilden die Note für das Modul.

Der erste Teil des Leistungsnachweises erfolgt in Form einer 60 minütigen Klausur.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die für nachhaltige Quartiers-, Stadt – und Infrastrukturentwicklungen wesentlichen Konzepte verstanden wurden, komprimiert wiedergegeben und angewendet werden können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten.

In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Die Gruppenarbeit geht mit 50% in die Modulnote ein.

Der zweite Teil des Leistungsnachweises wird durch die Abgabe einer Studienarbeit am Ende des Semesters erbracht.

Dabei soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden die wesentlichen Aspekte, wie nachhaltige Quartiers-, Stadt- und Infrastrukturentwicklungen an konkreten Fallstudien umgesetzt worden ist, verstanden haben und anwenden können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**



### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Inhalte der Vorlesungen

- "Grundlagen des nachhaltigen Bauens"
- "Verkehrstechnik und Verkehrsplanung Grundmodul"
- "Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft Grundmodul"

sollten den Studenten geläufig sein.

### **Inhalt:**

In diesem Modul werden die Zusammenhänge zwischen stadtplanerischen und ingenieurwissenschaftlichen sowie architektonischen Konzepten und den hiermit in Verbindung stehenden Energie-, Stoff- und Verkehrsströmen aufgezeigt und vor allem deren Umsetzung genauer behandelt. Einzelne Projekte im Bereich Hoch- und Tiefbau sowie Infrastruktursysteme und Siedlungsquartiere werden genauer betrachtet und analysiert. Die Umsetzung dieser Projekte unter Berücksichtigung des Standortes, der sozialen und gesellschaftlichen Aspekte sowie die Einbindung der energetischen und politischen Fragestellungen werden anhand von Fallstudien praxisnah untersucht. Der Neubau ebenso wie Vorhaben der Sanierung, Projekte im Bereich Plusenergiehaus, Null-Emissionsquartiere werden herangezogen. Hierbei wird auf die Kriterien der Nachhaltigkeit exemplarisch in den Phasen Planung, Bau, Betrieb und Rückbau eingegangen, um in einer aktiven Auseinandersetzung zukünftig Gebäude, Strukturen, Systeme und Entwicklungen bewerten zu können.

### **Lernergebnisse:**

Nach dem Besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage

- die Nachhaltigkeitskriterien anhand von beispielhaften Projekten anzuwenden, deren Beeinflussung und Wechselwirkungen der mitspielenden Parametern zu verstehen
- die nachhaltigen Entwicklungen in den Städten, Quartieren, Tief- und Hochbauten unter den räumlichen, strukturellen, materiellen, kulturellen und gesellschaftlichen Aspekten zu verstehen
- die verschiedenen Subsysteme wie Infrastruktur, Gebäudebestand, Neubau, städtebauliche Rahmenbedingungen, Energieversorgung, Verkehr, Mobilität, Wasser, Müll, Nahrung, Bildung, soziale Struktur, Ressourcen/ Kreisläufe auf Quartiersebene, Mikroklima, Lebensqualität, Gesellschaftsstrukturen, Nutzungsstrukturen, Wirtschaftsstrukturen zu bewerten
- Konzepte der aktiven und passiven Gebäudetechnik sowie intelligente Gebäudehüllen und Systeme der Gebäudesteuerung zu verstehen
- Faktoren wie Komfort, Klima, Energieverbrauch, Endlichkeit der Ressourcen und CO<sub>2</sub> Ausstoß und deren gegenseitige Beeinflussung zu verstehen
- szenarische Analysen und Beispiele zu verstehen und diese auf andere Objekte mit eigenen Lösungsvorschlägen anzuwenden

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Teilnehmenden der Vorlesung suchen sich zu Beginn des Semesters jeweils ein Thema/Objekt aus den nachfolgenden Lehrinhalten aus, das während des Semesters von den Studierenden intensiv untersucht werden soll, ggf. vor Ort besichtigt und vorgestellt wird. Die Arbeit findet in kleinen Teams von jeweils 2-3 Studierenden statt. Am Ende des Semesters wird das Ergebnis

in Form eines Kurzvortrags vorgestellt und als schriftliche Studienarbeit abgegeben. Die Studierenden gestalten aktiv die Exkursionskomponenten mit und erarbeiten teils eigenständige Konzepte und Strategien.

**Medienform:**

Folien, Skriptum (wird erarbeitet aus den jeweiligen Vorlesungsschwerpunkten des Semesters), Beamerpräsentation. Exkursionen und Besichtigung der in den Fallstudien besprochenen Objekte mit unterstützenden Gastvorträgen und Führungen vor Ort.

**Literatur:**

Eine aktuelle Literaturliste zu den Semesterthemen liegt jeweils am Semesteranfang am Lehrstuhl aus.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Werner Lang

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV650001: Building Information Modeling | Building Information Modeling [BIM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                              |                                          |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer Projektarbeit im Team bestehend aus drei Präsentationen, der Abgabe einer schriftlichen Auswertung zum entwickelten Gebäudeentwurfs sowie einem individuellen Abgabegespräch.

Der Bearbeitungsfortschritt wird in drei Präsentationen dokumentiert, in denen die Studierenden ihre Ergebnisse in Gruppen präsentieren. Abschließend werden die Projekte in einer schriftlichen Auswertung dokumentiert, deren Abgabe in der Gruppe erfolgt. Im Rahmen der schriftlichen Auswertung reichen die Studierenden ihren selbst entwickelten Gebäudeentwurf ein. In einem individuellen Abgabegespräch werden die theoretische Kenntnisse des Studenten überprüft. Benotung: 33% aus dem Mittelwert der Vortragsnoten, 33% aus der schriftlichen Auswertung, 33% aus dem Abgabegespräch.

Mithilfe des Projektarbeit soll geprüft werden, ob die Studierenden in der Lage sind, die Entwurfsaufgabenstellung zu verstehen und einen Entwurf mithilfe der BIM-Methode zu erstellen. Die Vorträge dienen dazu, dass die Studierenden den Fortschritt zu Beginn, Mitte und Ende Ihres Projekts anschaulich präsentieren, um die kommunikative Kompetenz bei der Darstellung eines Entwurfs vor einer Zuhörerschaft zu überprüfen. Durch die Abgabe der schriftlichen Auswertung zum Entwurf wird geprüft, ob die Studierenden den Projektverlauf und ihre Ergebnisse nach wissenschaftlichen Maßgaben darstellen können. Im individuellen Abgabegespräch zeigen die Studierenden, dass sie die in der Vorlesung vermittelten theoretischen BIM-Konzepte verstanden haben.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die Studierenden müssen grundlegende Kenntnisse in der Nutzung von digitalen Planungstools (CAD) sowie grundlegende Erfahrungen zum Gebäudeentwurf und rechnerischen Nachweisen aufweisen, wie sie im Grundstudium des Bauingenieurwesens (BGU65010T2) oder der Architektur gelehrt werden (AR20039).

### **Inhalt:**

- BIM-Definitionen
- BIM-Anwendungsfälle
- BIM-Systeme
- geometrische Modellierung
- parametrische Modellierung
- herstellerneutrale Datenaustauschformate
- BIM-Projektablauf
- Prozessmodellierung
- Formen der kollaborativen Zusammenarbeit
- BIM-GIS-Integration

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- Building Information Modeling (BIM) im Planungsprozess einzusetzen
- BIM-Werkzeuge hinsichtlich ihrer technischen Grundlagen und Fähigkeiten zu analysieren
- potenzielle Probleme der BIM-Prozesskette zu identifizieren und Lösungen zu erarbeiten
- BIM-Datenaustauschmechanismen zu konzipieren
- verfügbare kommerzielle Software kritisch einzuordnen
- digitale Analyse- und Simulationstools effizient zu nutzen
- effektiv in interdisziplinären Teams zu arbeiten

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Im interdisziplinären Modul "Building Information Modeling" werden Theorie und Praxis der durchgängig digitalen, modellgestützten Planung vermittelt. Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Im Vorlesungsteil werden die technologischen Grundlagen digitaler Planungstools behandelt sowie Fragen des Datenaustauschs und der Datenhaltung erörtert. Die Inhalte werden von Lehrstuhlmitarbeiterinnen und -mitarbeitern vermittelt sowie durch Expertinnen und Experten aus der Praxis angereichert. Die Folien der Vorträge, grundlegende Literaturquellen und weiteres Vorlagematerial werden auf der Lernplattform der TUM (Moodle) zur Unterstützung des Selbststudiums zur Verfügung gestellt.

Im praktischen Teil (Übung) erlernen die Teilnehmer den Umgang mit digitalen Planungstools und verschiedenen Simulations- und Analysewerkzeugen. Dies dient als Grundlage zur Realisierung eines gemeinsamen Entwurfs von Studenten der Architektur, des Bauingenieurwesens und des Studiengangs "Nachhaltiges und energieeffizientes Bauen", bei dem digitales Planen, der Einsatz von Simulationstools und der durchgängige Datenaustausch praktiziert werden.

Die Studierenden werden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. Die vermittelten theoretischen Grundlagen werden an Hand einer Entwurfs-

Aufgabenstellung in Form einer Projektarbeit praktisch vertieft, welche am Ende des Semesters zusammen mit einer Auswertung in digitaler und analoger Form einzureichen ist.

**Medienform:**

Als Medien werden PowerPoint-Projektionen einschließlich Videos und Programmvorfürungen verwendet.

**Literatur:**

Borrmann, André; König, Markus; Koch, Christian; Beetz, Jakob (Eds): Building Information Modeling – Technology Foundations and Industry Practice, Springer International, 2018

Weiteres Lehrmaterial wird semesterweise im Internet zur Verfügung gestellt.

**Modulverantwortliche(r):**

Alex Braun, alex.braun@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Building Information Modeling (Vorlesung, 2 SWS)

Borrmann A, Petzold F, Vilgertshofer S, Fellner J, Forth K, Zahedi A

Übung zu Building Information Modeling (Übung, 2 SWS)

Vilgertshofer S, Fellner J, Forth K, Zahedi A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV650002: Advanced Topics in Building Information Modeling | Advanced Topics in Building Information Modeling [BIMAdv]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

25 minütige Präsentation, in welchem tiefergehend auf ein spezielles, ausgewähltes Thema aus dem Fachbereich "Building Information Modeling" bzw. "Virtual design and construction" eingegangen wird. Anschließend stellen sich die Studierenden in einer 5-minütigen Runde den Fragen der Dozenten sowie der Kommilitonen. Die Studierenden sollen aufbauend auf den Grundkenntnissen aus dem BIM-Kurs und auf Basis einer eigenständigen wissenschaftlichen Recherchearbeit ein tieferes Verständnis der Materie nachweisen können.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Besuch des Kurses "Building Information Modelling"

#### **Inhalt:**

Aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet des Building Information Modeling und Virtual design and construction. Gemeinsame Vorträge und Diskussion.

#### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Belegen des Moduls werden die Studenten in der Lage sein:

- aktuelle Veröffentlichungen auf dem Gebiet Building Information Modeling zu verstehen sowie eigenständige Recherchearbeit in diesem Fachgebiet zu leisten
- auf dem Gebiet Building Information Modeling wissenschaftlich tätig zu werden

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Studenten können aus einer Reihe vorgeschlagener Themen wählen. Sie suchen sich aktuelle Veröffentlichungen auf diesem Gebiet und tragen sie in einem Vortrag vor. Es folgt eine gemeinsame Runde, in welcher die Ergebnisse diskutiert und interpretiert werden.

**Medienform:**

Tafel, Powerpoint-Präsentationen

**Literatur:**

Eastman et al.: BIM Handbook - A guide to Building Information Modeling

**Modulverantwortliche(r):**

Alex Braun, alex.braun@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

André Borrmann (andre.borrmann@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV660011: QV Grundwassermodellierung 1 | QV Groundwater Modelling 1

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                            |                                       |                                      |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b>      | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b>    | <b>Präsenzstunden:</b>               |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

#### Lernergebnisse:

#### Lehr- und Lernmethoden:

#### Medienform:

#### Literatur:



**Modulverantwortliche(r):**

Kai Zoßeder

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundwasser-Modellierung 1 (Übung, 2 SWS)

Rein A, Zoßeder K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CH0141: Organische Umweltchemie | Organic Environmental Chemistry

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination of the module is a written, closed-book test of 60 minutes duration. The exam controls through theoretical questions to what extent students are able to recognize the behaviour of organic chemicals (partitioning, speciation, (bio)chemical reactions) in the environment (water, soil, air, biota) and, based on this understanding, to predict their fate (persistence, distribution, bioaccumulation, transformation).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

- Speciation of substances in aqueous systems.
  - Intermolecular interactions (H-Bonds, van der Waals forces).
  - Prediction of partitioning based on multiparameter linear free energy relationships.
  - Air-water partitioning, organic solvent-water partitioning.
  - Sorption and bioaccumulation.
  - Environmental transformations I: Hydrolysis, Hammett relationships.
  - Environmental transformations II: Oxidation & Reduction.
- Prediction of environmental fate.

#### Lernergebnisse:

**Lehr- und Lernmethoden:**

**Medienform:**

**Literatur:**

Schwarzenbach, Imboden, Gschwend, Environmental Organic Chemistry, 2017

**Modulverantwortliche(r):**

Elsner, Martin; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Environmental Chemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Bakkour R, Elsner M ( Popp C )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA10269: Kommunikation und Persönlichkeit | Communication and Personality

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>15 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Studierende zeigen die Bereitschaft, konkrete eigene fragliche Kommunikationssituation einzubringen und gegebenenfalls zu inszenieren (Studienleistung). In einer Klausur zeigen die Studierenden, dass sie die verschiedenen Voraussetzungen für gelungene Kommunikation verstehen und bestimmte Kommunikationsmuster unterscheiden können (Prüfungsleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Achtung: Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Workshop ist, dass jeder eine konkrete fragliche Kommunikationssituation einbringt und bereit ist, diese in einem Rollenspiel lebendig werden zu lassen!

#### Inhalt:

„Man kann nicht nicht kommunizieren“ (P. Watzlawick) – Kommunikation ist also keine Kompetenz neben anderen, Kommunikation geschieht immer. In ihr kommt unsere Persönlichkeit zum Ausdruck und die unterschiedlichen Weisen, wie wir mit Menschen und auch Dingen in Beziehung stehen. Kommunikation und Beziehungsgestaltung sind zentrale Faktoren für die persönliche Lebensqualität und sie entscheiden wesentlich über den Erfolg und die Zufriedenheit in beruflichen Belangen.

Der Workshop bietet zum einen grundlegende und praxisnahe Einsichten der Kommunikationspsychologie, zum anderen ermöglicht er ein vertieftes Verständnis der eigenen Persönlichkeit in der Dynamik von Beziehungen und in Arbeitsstrukturen.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Kommunikation in ihrer Vielschichtigkeit zu verstehen
- zentrale Aspekte gelingender Beziehung und klärender Kommunikationsgestaltung anzuwenden
- eigene Kommunikationsmuster zu identifizieren
- das Entwicklungspotenzial im eigenen Kommunikationsverhalten zu erfassen und umzusetzen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Präsentation und Diskussion

Erlebnisaktivierende Inszenierung von Kommunikationssituationen

Supervisorisches Coaching zur Klärung von Fragen aus eigenen Kommunikationssituationen der TeilnehmerInnen

Feedback im Rahmen der Gruppe.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Kommunikation und Persönlichkeit (Gesprächsführung und Coaching) (Workshop, 1 SWS)

Seitlinger M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA10412: Technical Writing (Engineer Your Text!) | Technical Writing (Engineer Your Text!)

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>15 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

For their coursework (=immanent examination), students may choose between writing a short persuasive essay or a proposal (max. 1000 words); alternatively, they may compile a scientific abstract for a (hypothetical) paper (max. 250 words) or their thesis (max. 500 words). It is particularly important that students show sensitivity for different audiences and demonstrate their developed knowledge about argumentational structures in the chosen assignment.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Students require adequate English skills (intermediate to post-intermediate).

#### Inhalt:

Fuel your studies by the alternative energy of this workshop. Maximize your skills to write. Increase your writing efficiency. Use sustainable strategies and quality tools. Learn to write TUM (Technical, Understandable, Manageable) documents.

This course will focus on the fundamentals of text manufacturing: materials, processes, designs, assembly methods, quality management, and performance monitoring.

#### Lernergebnisse:

By the end of the course, you are expected to be able to

- identify the role of psychological factors in writing and reading.

- recognize the needs of different audiences.
- show sensitivity to usability demands.
- analyze technical documents and locate features of best-practice writing.
- organize and manage your own writing.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The workshop uses a constructivist approach to document analysis and text production based on recent academic literacy research. Cooperative learning methods like discussions, small group work, peer review, some direct instruction, and the independent work of the students ensure the diversity of knowledge transfer.

**Medienform:**

Flipcharts, exercise portfolio, Moodle

**Literatur:**

Gopen, G. D. and Swan, J. A. (1990). The science of scientific writing. American Scientist, 78:57-63. Please access this article in advance at: <http://www.americanscientist.org/issues/feature/the-science-of-scientific-writing>

**Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Engineer Your Text! (Technical Writing for People Who Want More) (Workshop, 1 SWS)

Balazs A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA10450: Wenn aus Ingenieuren Manager werden | When Engineers Become Managers

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>18 | <b>Präsenzstunden:</b><br>12                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Im Rahmen einer Fallstudie (3-5 Seiten) oder durch das Vorbereiten einer Präsentation (10-15 Min.) beschreiben die Studierenden, welche komplexen Problemstellungen im Management zu erwarten sind, und stellen hierzu Lösungsvorschläge vor (Prüfungsleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

In den Ingenieur-Disziplinen gibt es für die meisten Aufgabenstellungen erprobte Theorien, Näherungsverfahren und Simulationsansätze. Im Management ist dies anders. Es gibt keine geschlossene, umfassende Theorie; allenfalls Ansätze für isolierte, begrenzte Themenbereiche. In dem Workshop werden bewährte Methoden und Instrumente für Standardsituationen vorgestellt, zusammen mit neuen, bisher nicht veröffentlichten Ansätzen zur Geschäftsoptimierung (Winning Business Models). Besonderen Raum nehmen die Themen Soft Skills und Veränderung ein. In diesem Zusammenhang wird ein neues Charakterstruktur-Ebenen Modell vorgestellt. Ausgewählte Themen werden in Arbeitsgruppen vertieft, die Ergebnisse werden von den Teilnehmern vorgetragen.



**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Seminar sind die Studierenden in der Lage Antworten auf zwei relevante Fragen zu geben:

-was erwartet mich in der Managementpraxis?

-welche Instrumente kann ich für die Lösung typischer Managementprobleme einsetzen?

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vortrag; offener Dialog; Gruppenarbeit; Präsentation; Erfahrungsberichte von Dozenten und Teilnehmern

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Wenn aus Ingenieuren Manager werden (Workshop, 5 SWS)

Rüll H, Schrems A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA10813: Volkswirtschaftlich Denken | Economic Thinking: Economics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2010/11

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>15 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer Präsentation (10-15 Min.) zeigen die Studierenden ihr Verständnis von grundlegenden ökonomischen Zusammenhängen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

#### Lernergebnisse:

Nach der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage grundlegende ökonomische Begriffe und Zusammenhänge zu verstehen.

#### Lehr- und Lernmethoden:

Vortrag, Gruppenübung, Präsentation, Diskussion, Fallstudie

#### Medienform:

#### Literatur:

**Modulverantwortliche(r):**

Karin Aschenbrücker

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA11108: Führung übernehmen | Leadership

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>15 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer Präsentation analysieren die Studierenden die grundlegenden Konzepte/Methoden und Aufgaben der Personalführung (Prüfungsleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Führung kann gelernt werden - sofern die Bereitschaft für diese Aufgabe besteht. Hierzu gehört Selbstreflektion, die Übernahme von Verantwortung und ein Verständnis über die grundlegenden Konzepte und Methoden der Personalführung.

#### Inhalte

- Management und Führung
- Wirksamkeit nachhaltiger Führung
- Führungs-Kompetenzen
- Leistungs-Pyramide
- Aufgaben einer Führungskraft
- Diversity, Interkulturelle Führung
- Kommunikation und Feedback
- Recruiting und Bewerbungsgespräche
- Situative Führung

- Persönlicher Entwicklungsplan

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Workshop sind die Studierenden in der Lage die Wirksamkeit nachhaltiger Führung in Bezug auf die Leistungs-Pyramide zu veranschaulichen. Weiterhin identifizieren sie sich mit den erlernten Führungs-Kompetenzen und können je nach Situation den angemessenen Führungsstil demonstrieren und auch im Bereich der interkulturellen Führung angemessen reagieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Praxisnahe Übungen zur Führungsübernahme, Diskussion

**Medienform:**

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA11200: Ringvorlesung Umwelt: Ökologie und Technik (Interdisziplinäre Vortragsreihe) | Interdisciplinary Lecture Series "Environment: Ecology and Technology"

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2009/10

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>15 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Anwesenheit bei mindestens 2/3 der Veranstaltungen; Klausur (60 min.) am Semesterende: in Multiple Choice Form (Single Choice) werden zentrale Thesen und wichtige Fakten exemplarisch abgefragt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Die Ringvorlesung Umwelt ist eine interdisziplinäre, öffentliche Vortragsreihe des Umweltreferats der Studentischen Vertretung der TU München. Experten referieren z.B. über technischen Umweltschutz, Gesundheit, Verbraucher- und Klimaschutz. Im Wintersemester bietet sie Studierenden die Möglichkeit, sich auf wissenschaftlichem Niveau über ökologische und technologische Dimensionen aktueller Umweltthemen zu informieren.

Die Ringvorlesung Umwelt wird im Sommersemester im Modul CLA11317 Ringvorlesung Umwelt: Politik und Gesellschaft angeboten und kann somit maximal zweimal in einem Studiengang eingebracht werden.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, Expertenvorträgen zu ökologischen und technologischen Dimensionen von Umweltproblemen zu folgen und Kernthesen und zentrale Fakten zu identifizieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die ReferentInnen aus Forschung, Verbänden, Behörden, Naturschutzverbänden und Unternehmen stehen nach dem Vortrag für Fragen zur Verfügung. Die Vorträge/Präsentationen werden i.d.R. auf der Website zum Download angeboten.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Macht uns Umweltzerstörung krank? Warum Umweltschutz gleich Gesundheitsschutz ist.

(Ringvorlesung Umwelt Innenstadt) (Vorlesung, 1 SWS)

Kopp-Gebauer B [L], Köchl E, Recknagel F, Schwärtzel M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA11301: Präsentationstraining vor der Kamera | Presentation Training with Video Feedback

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2015

|                                        |                             |                                         |                                    |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig   | <b>Häufigkeit:</b><br>Unregelmäßig |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>7 | <b>Präsenzstunden:</b><br>23       |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer Präsentation (10-15 Min.) zeigen die Studierenden, dass sie sicher präsentieren können und wissen wie man anhand der Körpersprache überzeugt und wirkungsvoll zu einem Publikum spricht.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Im Workshop analysieren und üben Studierende, was eine gute Präsentation ausmacht und wie Körpertechnik, Körperhaltung und Sprache für einen bleibenden Eindruck eingesetzt werden können. Anhand von Videoanalysen erhalten die Studierenden konstruktives Feedback.

Präsentationen können auch in englischer Sprache gehalten werden.

#### Themen

- Körpersprachliche und stimmliche Wirkung
- Umgang mit Lampenfieber
- Einsatz von Medien
- Umgang mit Einwänden aus dem Publikum



**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage

- sicher und authentisch vor Publikum (und Kamera) aufzutreten
- körpersprachliche Wirkungselemente souverän einzusetzen
- Präsentationen publikumsorientiert und überzeugend zu gestalten

**Lehr- und Lernmethoden:**

Input, Präsentieren, Video-Feedback

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Bettina Hafner

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Brillant Präsentieren - live & vor der Webcam (Online Medientraining für deinen überzeugenden Auftritt) (Workshop, 1,5 SWS)

Bell I

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA11313: Konfliktmanagement und Gesprächsführung | Conflict Management and Conducting Discussions

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2015

|                                        |                             |                                         |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig   | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>8 | <b>Präsenzstunden:</b><br>22                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden verdeutlichen in einer schriftlichen Selbstreflexion (3-5 Seiten) ihr Verständnis über das eigene Konfliktverhalten in schwierigen Gruppensituationen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Wenn Menschen intensiv zusammenarbeiten, ergeben sich immer wieder Situationen, die sie als kontrovers, Stress auslösend und unproduktiv erleben. Durch das Aufeinandertreffen gegensätzlicher Interessen, Verhaltensweisen oder Einstellungen entstehen häufig Auseinandersetzungen, die es den Beteiligten erschweren, die eigentlichen Aufgaben zu erledigen und die angestrebten Ziele und Ergebnisse zu erreichen. Konflikte bergen jedoch auch viele positive Chancen und Veränderungspotenziale.

Der Workshop soll die Teilnehmenden sensibilisieren, Streitsituationen frühzeitig zu erkennen und eine konstruktive Haltung zur Situation einzunehmen. Sie lernen, Distanzfähigkeit zu entwickeln, wo sie selbst in Konflikte verwickelt sind, und ein Gespür für Verhandlungsgeschick entwickeln, wo sie als neutrale Dritte zwischen Kontrahenten vermitteln können. Der Workshop soll schließlich Strategien und (Gesprächs-)Techniken vermitteln, mit denen die Teilnehmenden Konflikte konstruktiv deeskalieren und den nachgelagerten Prozess gezielt steuern und strukturieren können.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage das persönliche Konfliktverhalten zu verstehen, Konflikte zu erkennen, zu bearbeiten und zu lösen. Die Studierenden kennen die Eskalationsstufen im Konfliktverlauf, wissen, wie sie schwierige Situation ansprechen und zwischen Konfliktparteien moderieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Durch theoretischen Input erfahren die Studierenden unterschiedliche Konfliktdefinitionen, die diese im Anschluss praktisch anhand von Rollenspielen und Fallarbeiten in Kleingruppen sowie im Plenum üben können

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Kritische Kommunikationssituationen einfach lösen (Workshop, 1,5 SWS)

Hörtlackner R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA11317: Ringvorlesung Umwelt: Politik und Gesellschaft (Interdisziplinäre Vortragsreihe) | Interdisciplinary Lecture Series "Environment: Politics and Society"

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2015

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>15 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Anwesenheit bei mindestens 2/3 der Veranstaltungen; Klausur (60 min.) am Semesterende: in Multiple Choice Form (Single Choice) werden zentrale Thesen und wichtige Fakten exemplarisch abgefragt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Die Ringvorlesung Umwelt ist eine interdisziplinäre, öffentliche Vortragsreihe des Umweltreferats der Studentischen Vertretung der TU München. Experten referieren z.B. über technischen Umweltschutz, Gesundheit, Verbraucher- und Klimaschutz. Im Sommersemester bietet sie Studierenden die Möglichkeit, sich auf wissenschaftlichem Niveau über politische und soziale Dimensionen aktueller ökologischer Themen und Forschungsergebnisse zu informieren.

Die Ringvorlesung Umwelt wird im Wintersemester im Modul CLA11200 Ringvorlesung Umwelt: Ökologie und Technik angeboten und kann somit maximal zweimal in einem Studiengang eingebracht werden.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, Expertenvorträgen zu politischen und sozialen Dimensionen von Umweltproblemen zu folgen und Kernthesen und zentrale Fakten zu identifizieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die ReferentInnen aus Forschung, Verbänden, Behörden, Naturschutzverbänden und Unternehmen stehen nach dem Vortrag für Fragen zur Verfügung. Die Vorträge/Präsentationen werden i.d.R. auf der Website zum Download angeboten.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Macht uns Umweltzerstörung krank? Warum Umweltschutz gleich Gesundheitsschutz ist.

(Ringvorlesung Umwelt Innenstadt) (Vorlesung, 1 SWS)

Kopp-Gebauer B [L], Köchl E, Recknagel F, Schwärtzel M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA20201: Komplexe Systeme | Complex Systems

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>30 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden zeigen in einer Präsentation zu Modellierungskonzepten oder fachspezifischen Anwendungen, dass sie die Grundbegriffe der Theorie komplexer Systeme verstehen und bei der Vermittlung fächerübergreifender Methoden adäquat anwenden können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Die Themen Komplexität und Komplexe Systeme sind ein hochaktuelles Forschungsgebiet in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Komplexe dynamische Systeme (z.B. Materialien, Strömungen, Wetter, Organismen, Populationen, Märkte, Gesellschaften) bestehen aus vielen Elementen (z.B. Moleküle, Zellen, Menschen), aus deren Wechselwirkungen neue Ordnungen und Strukturen, aber auch Instabilität und Chaos entstehen.

Können wir aus Chaostheorien, aus der Entstehung von Ordnung und Selbstorganisation in der Natur lernen, unsere technischen und sozialen Systeme zu steuern? Wo sind grundlegende Unterschiede in der Dynamik von Natur und Gesellschaft? Welche Konsequenzen ergeben sich für unser Handeln?

1. Grundbegriffe der Systemtheorie
2. Modellierung dynamischer Systeme in Natur-, Technik- und Sozialwissenschaften  
(Themenfelder: Evolution, Geist und Gehirn, Wirtschaft und Gesellschaft)
3. Philosophische Implikationen in Wissenschaftstheorie und Ethik

**Lernergebnisse:**

Die Teilnehmer sind in der Lage Grundlagen der fachübergreifenden Systemforschung zu reproduzieren und anhand exemplarischer Themenfelder der Modellierung dynamischer Systeme in Natur-, Technik- und Sozialwissenschaften darzustellen. Insbesondere können sie ihre Erfahrungen in der interdisziplinären Vermittlung und Transformation fachspezifischen Wissens ausführen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesung, Referate, Selbststudium

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA20424: Interkulturelle Begegnungen | Intercultural Encounters

*Come to Munich - Be at Home!*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2002/03

|                                        |                                     |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>60         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>38 | <b>Präsenzstunden:</b><br>22                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer Präsentation werden eigene und fremde kulturelle Standards reflektiert und diskursiv mit den anderen Teilnehmern ausgetauscht (Studienleistung). Zudem verfassen die Studierenden ein Lerntagebuch von etwa 5 Seiten, in dem sie die Gefahren von Stereotypisierung und das verbindende Potential interkultureller Begegnungen begründet wiedergeben (Prüfungsteilleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Gute Deutschkenntnisse (Niveau B2)

#### Inhalt:

Internationale Studierende können sich umso leichter in Hochschule, Gesellschaft und Arbeitswelt integrieren, je mehr Kontakt sie zu ihren deutschen Mitstudierenden haben. Wollen deutsche Studierende im Gegenzug auf dem internationalen Arbeitsmarkt bestehen, so ist der Erwerb interkultureller Kompetenzen unerlässlich.

Die Veranstaltung gibt internationalen und deutschen Studierenden die Möglichkeit, sich ein Semester lang besser kennen zu lernen: Auftakt und Abschluss bilden je ein eintägiger Workshop. Unter Anleitung eines internationalen Trainer/-innenteams werden die Teilnehmenden für andere Kulturen sensibilisiert und reflektieren die eigenen Wertvorstellungen sowie den Umgang mit deutschen und internationalen Mitstudierenden. Im weiteren Verlauf treffen sich die Studierenden bei kulturellen, sportlichen und fachlichen Events wieder und können so ihre Kontakte vertiefen.



**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage

- eigene und fremde kulturelle Standards zu reflektieren
- die Gefahren von Stereotypisierung im interkulturellen Kontext zu erkennen
- kompetenter mit kulturellen Unterschieden und möglichen Konfliktsituationen umzugehen

Die Studierenden können Softskills im interkulturellen Bereich umsetzen und bei gemeinsamen Veranstaltungen mit deutschen und internationalen Studierenden praxisnah und anschaulich weiterentwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Wir verwenden eine methodische Vielfalt aus interaktiven Aufgaben (z.B. Arbeit an Fallbeispielen, Simulationen, Gruppenarbeit) und Kurzvorträgen.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Interkulturelle Begegnungen (Come to Munich - Be at Home!) (Workshop, 1,5 SWS)

Prahl M, Skowron E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA20710: Global Diversity Training | Global Diversity Training

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2         | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>38 | <b>Präsenzstunden:</b><br>22                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

#### Lernergebnisse:

#### Lehr- und Lernmethoden:

#### Medienform:

#### Literatur:

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Global Diversity (Successful in International Teams) (Workshop, 1,5 SWS)

Prahl M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA20910: Genderkompetenz als Schlüsselqualifikation | Gender Competence as Core Qualification

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2010/11

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Ausarbeitung von 5 Seiten zeigen die Studierenden anhand von aktuellen Fragestellungen, zu Themen wie Frauenquote, Vereinbarkeit und Rollenveränderung von Eltern, wie (veränderbare) Geschlechterrollen unsere Wirklichkeit prägen und wie sich durch einen konstruktiven und reflektierten Umgang damit auch persönliche Möglichkeiten erweitern lassen (Prüfungsleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

An der Hochschule sind die Anforderungen und Ansprüche in den letzten Jahren stark gestiegen. Einhergehend mit den Veränderungen der Hochschule haben sich auch die Rollenanforderungen an ihre Mitglieder gewandelt. Auch Männer- und Frauenbilder sind in einem stetigen Veränderungsprozess. Geschlechterrollen beeinflussen unser alltägliches Verhalten und unsere Wahrnehmung. Hier setzt der Workshop an:

Welche Geschlechterrollen und Vorbilder prägen heute unsere Wirklichkeit? Welchen Einfluss haben andere Kulturen auf unser Verhalten? Und wie können wir mit den bestehenden Geschlechterrollen konstruktiv umgehen und unsere persönlichen Möglichkeiten erweitern? Wo treffe ich in meinem Umfeld auf genderspezifische Handlungs-Muster und -Strukturen?

**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Workshop sind die Studierenden in der Lage darzustellen, welche Geschlechterrollen und Vorbilder unsere Wirklichkeit prägen. Weiterhin können die Studierenden veranschaulichen wie sie mit den bestehenden Geschlechterrollen - nicht nur - in ihrem Umfeld konstruktiv umgehen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Seminar beinhaltet theoretische Inputs, Gruppenarbeit, Rollenspiele und kollegiales Feedback.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Genderkompetenz als Schlüsselqualifikation (Online-Workshop und interaktives Lernprojekt)  
(Workshop, 1 SWS)

Fänderl W, Quindeau A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA21008: Grundlagen der Globalisierungsforschung | Fundamental Principles of Globalisation

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2010/11

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>38 | <b>Präsenzstunden:</b><br>22         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden reflektieren in einem Essay (3-6 Seiten) an einem Beispiel globale Auswirkungen privaten oder beruflichen Handelns und diskutieren Lösungsansätze.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Anhand bestimmter Rohstoffe (z.B. Aluminium) und Produkte (z.B. Computer) werden beispielhaft globale Zusammenhänge aufgezeigt, die im alltäglichen Gebrauch dieser Stoffe üblicherweise ausgeblendet werden. Diese finden sich auf menschenrechtlich-individueller Ebene genauso wieder wie auf der politischen, sie sind auf einen nachhaltigen Umgang mit der Umwelt genauso bezogen wie auf die Wirtschaft. Die Ursachen dafür sind teilweise struktureller Natur, die Konsequenzen aus der teilweise ungerechten Vernetzung sind genauso global wie auch deren Ursachen.

Anhand von den zukünftigen Arbeitsfeldern der TeilnehmerInnen werden theoretische Modelle praktisch aufgezeigt.

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, selbstständig über die Auswirkungen ihrer privaten und beruflichen Handlungen in Bezug auf globale Verbindungen

zu recherchieren und zu reflektieren. Sie können globale Güterketten von Produkten und Rohstoffen analysieren und auf ihre Auswirkungen hin hinterfragen. Am Ende des Kurses können die TeilnehmerInnen das Modell des ungleichen Tausches anwenden und verstehen die sich daraus ergebende Ungleichverteilung von Wohlstand in der Welt. Die Studierenden kennen verschiedene Lösungsansätze für eine global gerechtere Welt und können sie auf ihre Vor-, Nachteile und Realisierbarkeit untersuchen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Teilnehmer/innen werden an praktischen, teils eigenen Beispielen und mit partizipativen Methoden konkrete Produkte untersuchen und diese in theoretische Hintergründe einbetten. Die Methodik basiert auf dem didaktischen Konzept des Globalen Lernens.

**Medienform:**

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Globale Zusammenhänge erkennen (Grundlagen der Globalisierungsforschung für TechnikerInnen) (Workshop, 1,5 SWS)

Haberl M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA21213: Individual Change Management | Individual Change Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2010/11

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>38 | <b>Präsenzstunden:</b><br>22                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden bearbeiten eine schriftliche Fallstudie, in der sie ihr Verständnis der verschiedenen Aspekte des Individual Change Management wiedergeben (Prüfungsleistung).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Studierenden sind bereit sich mit persönlichen Veränderungsprozessen und dem eigenen Rollenverständnis auseinanderzusetzen.

#### Inhalt:

Individual Change Management (ICM) betrifft alle Herausforderungen zu der Frage, wie man Veränderungen – welcher Art auch immer – im eigenen Lebens- und Karriereplan integrieren und bei Bedarf gut meistern kann. ICM plant dabei die Veränderungsprozesse, führt den Wandel durch und stabilisiert und kontrolliert die Veränderungen.

Leben und Karriere will einerseits zwar geplant werden, Veränderungen im Privat- oder Erwerbsleben müssen andererseits aber auch bedacht sein. Damit eigene Lebens- und Karriereentwürfe umgesetzt werden können, müssen (Lebens)Ziele stets überprüft, gegebenenfalls korrigiert oder neu gesucht werden. Hier setzt der Workshop an.



**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage

- zwischen Chancen und Gefahren bei (persönlichen) Veränderungsprozessen zu differenzieren
- das eigene Rollenverständnis zu reflektieren
- durch die Definition persönlicher Meilensteinen und die Wahrnehmung und Mobilisierung von (inneren) Ressourcen Veränderungen strukturiert anzugehen und umzusetzen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Jede Themeneinheit bewegt sich zwischen Selbsterfahrung, Information und Reflexion:

Biographiearbeit; Interaktions-, Entspannungs-, Imaginationsübungen; Kreativarbeit; Coping bzw. Resilienzförderung (NLP) und Ressourcenaktivierung; Kollegiale Beratung (ZRM).

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Individual Change Management (Persönliche Veränderungsprozesse initiieren und erfolgreich gestalten) (Workshop, 1 SWS)

Kölbl C ( Pellhammer A )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA21601: Ethik und Verantwortung II | Ethics and Responsibility II

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>2                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>60 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einem Referat abgeschlossen (30min), in dem die Studierenden zentrale Argumente zu einem ethischen Problem erörtern und in der Diskussion eine eigene Position vertreten.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Fortgeschrittene Studierende.

Erfolgreiche Teilnahme an einer einführenden Ethikveranstaltung.

#### Inhalt:

Vertiefende Behandlung von Themen aus den Bereichen Umweltethik, Wissenschaftsethik, Technikethik, Medizinethik oder Informations-/Medienethik in philosophischer Perspektive unter Berücksichtigung aktueller Forschungsfelder.

#### Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage die wichtigsten Argumente eines Bereichs der Angewandten Ethik zu verstehen und in andere Kontexte zu übertragen. Sie kennen den aktuellen Stand der Diskussion und können eine eigene Position in Diskussionen vertreten.

#### Lehr- und Lernmethoden:

Textanalyse, Webplattform, Diskussion, Präsentation

**Medienform:**

**Literatur:**

Wird im Rahmen der Veranstaltung zur Verfügung gestellt

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Eva Sandmann

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ethics of Responsibility: Current Areas of Application (Seminar, 2 SWS)

Wernecke J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA30267: Kommunikation und Präsentation | Communication and Presentation

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2014

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In gezielten Präsentationssequenzen zeigen die Studierenden Ihre Souveränität und Überzeugungskraft und erhalten dabei von der Gruppe Feedback (Prüfungsteilleistung 50%). Sie analysieren verschiedene Theorien über förderliche und hinderliche Kommunikations- bzw. Präsentationsweisen in einem kurzen Essay (1000 - 1500 Worte) (Prüfungsteilleistung 50%).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Kommunikation meint in der Regel die dialogische Kommunikation. Gemeinsam werden förderliche und hinderliche Verhaltens- und Kommunikationsweisen anhand der folgenden Inhalte erarbeitet:

- Grundlagen der Kommunikation
- Konstruktives Feedback
- Effektive und zielgerichtete Gesprächsführung

Mit ausgewählten Übungen haben die Studierenden Gelegenheit Ihre Kommunikationskompetenz zu erproben und zu entwickeln.

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage kompetenter zu kommunizieren und wirkungsvoller zu präsentieren. Sie kennen zudem die Inhalte für überzeugende Präsentationsfähigkeit:

- Aspekte der verbalen und nonverbalen Kommunikation
- Aufbau einer Präsentation
- Visualisierung der Inhalte
- Aktivierung der Zuhörer

**Lehr- und Lernmethoden:**

Ausarbeitung der Präsentationsinhalte (Kurzpräsentation), Präsentationstraining mit Medieneinsatz im Plenum, Einzelarbeit, Gruppenarbeit, Trainerinput, Feedback (mündlich und schriftlich), zusätzliche schriftliche Ausarbeitung (Essay) möglich aber nicht erforderlich.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Kommunikation und Präsentation (Workshop, 2 SWS)

Mende W, Recknagel F, Zeus R ( Pellhammer A )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA30621: Umweltchemikalien und ökologische Gerechtigkeit | Environmental Chemicals and Environmental Justice

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2010/11

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>68 | <b>Präsenzstunden:</b><br>22         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Studierenden zeigen in einem Vortrag, welche moralischen Problemstellungen sich aus der Verwendung von Umweltchemikalien erschließen lassen (Prüfungsteilleistung 50%) und begründen ihren eigenen Standpunkt in einem Essay (Prüfungsteilleistung 50%). Die Gesamtnote berechnet sich aus diesen zwei Elementen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Auch bei bestimmungsgemäßem Gebrauch von chemischen Stoffen können Schäden an Umwelt und Lebewesen nie ganz ausgeschlossen werden. Um die damit verbundenen Risiken abzuschätzen, wurden Grenzwerte festgelegt. Sie beruhen auf human- und ökotoxikologischen Untersuchungen und analytischen Konzentrationsbestimmungen der fraglichen Stoffe und deren Metabolite. Diese Untersuchungen sind sehr aufwändig und langwierig. Demgegenüber hat Martin Scheringer eine alternative Methode entwickelt, die einfacher ist und eine bessere Prognosequalität besitzt, so dass eine Gefährdungsbeurteilung möglich ist, bevor Schäden eintreten können. Eine mögliche Folge ist zwar, dass später als ungefährlich einzustufende Stoffe nicht frühzeitig in die Anwendung kommen, dafür wird aber ausgeschlossen, dass Unbeteiligte, die keinen Nutzen an dem Einsatz dieser Stoffe haben, Schäden oder Einbußen Ihrer Lebensqualität hinnehmen müssen.

**Lernergebnisse:**

"Nach der Teilnahme sind die Studenten in der Lage die Grundkonzeption und die -probleme der Umweltchemie zu verstehen und erklären. Sie können das neue Konzept der Chemikalienbewertung von Scheringer darstellen. Zudem kennen sie die Grundlagen des europäischen Chemikalienrechts REACH. Die Studierenden entwickeln einen ersten Einblick in die Philosophie der Chemie."

**Lehr- und Lernmethoden:**

Einführungsreferate der Dozenten, Studium einschlägiger Texte durch Studierende, Präsentationen von Studierenden, Diskussion.

**Medienform:****Literatur:****Modulverantwortliche(r):****Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Umweltchemikalien und ökologische Gerechtigkeit (Seminar, 1,5 SWS)

Lerf A, Wernecke J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA30704: Denken, Erkennen und Wissen | Thinking, Perceiving, and Knowing

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>67 | <b>Präsenzstunden:</b><br>23                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer Modulprüfung in Form eines Essays (1000-1500 Wörter, inkl. unbenotetem Referat zur Vorbereitung) abgeschlossen. 'Dadurch dokumentieren die Studierenden, dass sie zentrale Grundprobleme der Erkenntnistheorie verstanden haben und veranschaulichen können. Im Essay (Prüfungsleistung) erörtern die Studierenden eine zentrale erkenntnistheoretische Fragestellung und dokumentieren damit ein vertieftes Verständnis der Problemstellung.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

In unserem alltäglichen Sprachgebrauch verwenden wir die Ausdrücke »Denken«, »Erkennen« und »Wissen« oft sehr ungenau, zuweilen sogar synonym. Hingegen hat bereits die antike Philosophie wichtige Abgrenzungen formuliert, die in der Neuzeit und Moderne spezifische Weiterentwicklungen bis hin zur aktuellen Neuro-Philosophie erfahren haben.

Das Seminar vermittelt eine Übersicht der europäischen Klassiker der Erkenntnistheorie, indem es die unterschiedlichen Ansätze zentraler Autoren pointiert vor- und zur Diskussion stellt. Die vorgestellten Ansätze reichen von der Ontologie und Metaphysik, dem Rationalismus, Idealismus und Empirismus bis zu den aktuellen empirischen Kognitionswissenschaften. Vor diesem



Hintergrund soll auch der Frage nachgegangen werden, welches Verständnis von Wissenschaft hieraus womöglich resultiert (et vice versa).

**Lernergebnisse:**

Die Teilnehmer besitzen vertiefte Grundkenntnisse über exemplarische Problemfelder der Erkenntnistheorie und verstehen Grundprobleme des Erkennens. Sie sind in der Lage eine zentrale erkenntnistheoretische Fragestellung in schriftlicher Form zu erörtern und deren Relevanz für moderne Erkenntnis- und Wissenschaftskonzepte sowie für die Gesellschaft argumentativ einzuordnen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Essay, Vorlesung, textbasiertes Seminar, Referate, Gruppenarbeit, Diskussionen, Selbststudium insbes. Lektüre / Erarbeitung von Texten

**Medienform:**

Skripte / Reader, Thesenpapiere, Tafelbilder, Power-Point

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

PD Dr. Jörg Wernecke

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

PD Dr. Jörg Wernecke

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA31900: Vortragsreihe Umwelt - TUM | Lecture Series Environment - TUM

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>67 | <b>Präsenzstunden:</b><br>23                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

- 1) Studienleistung: In reflektierenden Statements zum Q&A oder zur Diskussionsrunde jedes Vortrags (150-200 Wörter, unbenotet) zeigen die Studierenden, dass sie zentrale Aussagen von wissenschaftlichen Vorträgen verstehen und einen eigenen Standpunkt dazu formulieren und begründen können. Die Statements müssen innerhalb von einer Woche nach dem jeweiligen Vortragstermin abgegeben werden. Sie werden mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet.
- 2) Die Prüfungsleistung wird nach dem Abschluss der Vortragsreihe in Form einer 90-minütigen schriftlichen Klausur (Single Choice) erbracht, in der geprüft wird, inwieweit die Studierenden wichtige Fakten und Schlüsselideen aller Vorträge verstanden haben, sodass sie diese auch unter Zeitdruck korrekt wiedergeben können.

Die Gesamtnote des Moduls ergibt sich allein aus der Note der Klausur. Zum Bestehen des Moduls müssen sämtliche Studien- und Prüfungsleistungen bestanden werden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Die systematische Integration der Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Universität ist eine äußerst komplexe Herausforderung, die nur durch einen pluralen und multiperspektivischen Betrachtungsansatz behandelt werden kann. Im Rahmen des UNESCO-Weltaktionsprogramms „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ (BNE) findet am TUM Campus Garching die interdisziplinäre

Vortragsreihe Umwelt – TUM statt, welche sich mit wechselnden Themen im Bereich Umwelt Nachhaltigkeit befasst.

Sie wird von der neu gegründeten Zweigstelle des Umweltreferates AStA TUM am Campus Garching organisiert, um das Nachhaltigkeitsbewusstsein an der TUM zu fördern und interessierten Studierenden die Möglichkeit zu bieten, sich ausführlicher mit dem Thema zu beschäftigen.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Modulveranstaltung sind Studierende in der Lage, Vorträge auf hohem wissenschaftlichem Niveau zu verstehen und zentrale Aussagen wiederzugeben. Die Studierenden können Analysen zur nachhaltigen Entwicklung nachvollziehen und sind damit vertraut, eigene Positionen zu formulieren und in Diskussionen argumentativ zu begründen. Weiterhin wissen sie, wo sie sich am Campus mit dem Thema Nachhaltigkeit ausführlicher beschäftigen können, sei es in Form von Lehrangeboten, Praktika oder Projekt- bzw. Abschlussarbeiten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Insgesamt finden 6 Vortragstermine und vorab ein organisatorisches Treffen statt. Die Vortragstermine bestehen aus jeweils zwei 40-minütigen Vorträgen, einer 15-minütigen Pause und einer anschließenden 45-minütigen Diskussionsrunde mit den Vortragenden, die in Kooperation mit dem Zentrum für Schlüsselkompetenzen der Fakultät für Maschinenwesen realisiert wird. Die Vorträge und Präsentationsfolien werden auf die Online-Lernplattform hochgeladen. Als Hausaufgabe wird von den Studierenden ein kurzer Bericht der Vorträge und der Diskussionsrunde angefertigt. Darüber hinaus wird ein- und weiterführende Literatur angesprochen, um die vertiefende Erörterung der Vorträge zu fördern.

### **Medienform:**

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

Dr. phil. Alfred Slanitz (WTG@MCTS)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Macht uns Umweltzerstörung krank? Warum Umweltschutz gleich Gesundheitsschutz ist.

(Ringvorlesung Umwelt Garching) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 1,5 SWS)

Slanitz A ( Kohles A, Kopp-Gebauer B, Recknagel F, Schermer N )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### CLA90142: Selbstkompetenz - intensiv | Self-Competence - Intensive Course [EDS-M2]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                                        |                             |                                          |                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>1                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>30 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>12 | <b>Präsenzstunden:</b><br>18                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Selbstreflexion (3 Seiten), die 4 Wochen nach Ablauf des Kurses erstellt wird und die persönliche Entwicklung (Veränderung im Lern- und Arbeitsverhalten) nachzeichnet.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Studierenden sollten in den Kurs ein persönliches Anliegen mitbringen, d.h. den Wunsch, ein bestimmtes Verhalten zu verändern, um mehr Erfolg im Studium und in Prüfungen zu erzielen.

#### Inhalt:

Das Modul dient grundsätzlich der Verbesserung der eigenen Lern- und Arbeitsfähigkeit. Folgende Themen werden innerhalb des Moduls vermittelt:

- Ziele entwickeln und erreichen
- Aktivierung eigener Ressourcen
- Umgang mit Stress und Emotionen
- Aspekte von Hochbegabung und Hochsensibilität
- Umgang mit Ängsten und Blockaden
- Zukunfts-Visionen aufbauen und Motivation stärken
- Mit der eigenen Energie haushalten

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an einem Kurs aus diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, ihr eigenes Lern- und Arbeitsverhalten zu analysieren, zu verstehen, welches Verhalten zu Misserfolgen führt und eigene Lösungsansätze für ein erfolgreicherer Arbeiten zu entwickeln, das Leistung und Gesundheit gleichermaßen im Blick behält.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Gruppenarbeit, Selbstreflexion, Theorie-Inputs

**Medienform:**

Präsentationen, Hörbeispiele, Übungsblätter, Seminartagebuch etc.

**Literatur:****Modulverantwortliche(r):**

Bettina Hafner (bettina.hafner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Wegweiser durch schwierige Zeiten (Wie Sie nach Rückschlägen wieder kraftvoll durchstarten)

(Workshop, 1,5 SWS)

Cavalieri I

Erfolgreich durchs Studium. Selbstmanagement in herausfordernden Zeiten (Online-Kurs)

(Workshop, 1,5 SWS)

Hafner B ( Recknagel F ), Kronenberger U, Müller-Hotop R, Reichhart T

Selbstkompetenzen trainieren (Wie Sie sich selbst erfolgreich durchs Studium managen)

(Workshop, 1,5 SWS)

Hafner B, Messutat J

Zeit- und Selbstmanagement (Workshop, 1,5 SWS)

Hann S

Ressourcentraining (Eigene Stärken erkennen und wirkungsvoll einsetzen) (Workshop, 1,5 SWS)

Houben M

Erste Hilfe für Aufschieber (Workshop, 1,5 SWS)

Kronenberger U

Rewrite Your Life (Workshop, 1,5 SWS)

Milovic T

Selbstwahrnehmung, Improvisation und Körpersprache (Raus aus dem Kopf, rein in den Körper)  
(Workshop, 1,5 SWS)

Molin V

Keine Angst vor der Angst (Bewusster Umgang mit Lampenfieber und Präsentationen) (Workshop,  
1,5 SWS)

Mornell A

Richtig gut studieren - jetzt erst recht! (Workshop, 1,5 SWS)

Zeus R ( Pellhammer A, Recknagel F )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI04004: Strategic Management for Engineers | Strategic Management for Engineers

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination is done in written form (60 min) at the end of the semester. Considering the learning objectives the theoretical and practical concepts of strategic management will be covered. The students should be able to explain notions, concepts, methods and the background of the covered topics. The students should also be able to discuss different solutions of specific practical problems from the entrepreneurial practise.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

No requirements

#### Inhalt:

Strategic environment  
 Development of the macro environment  
 Analysis of competitors and markets  
 Analysis of own capabilities  
 Ressources, competencies and distinct capabilities  
 Value chain and value system  
 Strategic purpose (vision, mission, values; stakeholders)  
 Business strategy  
 Identifying strategic business units  
 Competitive strategies (cost leadership, differentiation, focus)

Corporate strategy and diversification  
Forward and backward integration  
Value creation and the corporate parent  
Portfolio Management  
Innovation and entrepreneurship  
Technology push or market pull  
Product or process innovation  
Open or closed innovation  
Technological or business model innovation  
Mergers, acquisitions and alliances  
Strategy planning process  
Organisation of companies  
Change Management  
Excursion to the corporate strategy department of a high tech company

**Lernergebnisse:**

After successful completion of the module students have an overview on how strategic planning and decision-making processes are carried out in companies. They know the prerequisites (in addition to a suitable product or a suitable business idea) that are necessary in order to successfully position a business in the market. In addition, they are able to evaluate products or business ideas, taking into account the market environment and the competitive situation. They are closer to being able to prepare sound management decisions.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture is accompanied by intense discussions about pros and cons of specific strategy tools. There will be also discussions about case studies of specific companies.

**Medienform:**

Power Point Slides, Animations, Blackboard

**Literatur:**

Recommended literature:  
Gerry Johnson: Exploring Strategy - Text and Cases

**Modulverantwortliche(r):**

Sigl, Georg; Prof. Dr.-Ing.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Strategic Management for Engineers (Vorlesung, 2 SWS)

Hepp A [L], Sauerbrey J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### EI0699: Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur | Urban Energy Systems and modern infrastructure for cities [STAMSI]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                                 |                              |                                          |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5           | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 60 minütigen Klausur, in der die Studierenden sowohl kurze Text- und Multiple-Choice-Fragen zur Prüfung der Methodenkompetenz, als auch einfache Rechenaufgaben zur Überprüfung der Beherrschung der vorgestellten Anwendungen und insbesondere den Berechnungen zur Auslegung von Komponenten der Infrastruktur bearbeiten. Weitere Textaufgaben dienen dazu die Fähigkeit die Größenordnung abzuschätzen auch wenn nur unvollkommene Informationen vorliegen zu prüfen. Die Klausur wird benotet und es sind keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Es wird eine kurze Einführung in die Stadtplanung als Oberthema gegeben. Als Datengrundlage der weiteren Analyse werden Bevölkerungs- und Beschäftigtenstatistik sowie Gebäudedatenbanken von ausgewählten Beispielstädten betrachtet. Der Fokus liegt auf einer Betrachtung der verschiedenen Energienachfragen in einer Stadt wie Raum- und Prozesswärme und -kälte, elektrischer Strom und Treibstoffe. Diese Erkenntnisse werden auf eine spartenübergreifende Netzplanung wie Fernwärme- und -kältenetz und Stromnetz angewandt. Zudem werden eine kurze Einführung in Wasserversorgung und Lebensmittellogistik sowie die Müll- und Abwasserentsorgung unter Berücksichtigung der

energetischen und stofflichen Verwertung der Abfallströme gegeben und der städtische Verkehr behandelt. Eine integrierte und ganzheitliche Betrachtung der genannten Bereiche ist dabei immer das Ziel.

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die Komplexität des technischen Systems "Stadt". Sie sind in der Lage den Aufbau von Gebäudedatenbanken und Grundlagen von Geoinformationssystemen (GIS) wiederzugeben. Zudem können sie Größenordnungsabschätzungen in diesem Bereich beurteilen und erstellen. Sie verstehen die Grundlagen der städtischen Ver- und Entsorgungsinfrastruktur, insbesondere im Energiebereich, sowie des Stadtklimas und sind in der Lage die Auslegung und die dazu relevanten Verlustmechanismen zu analysieren und in vereinfachten Fällen zu berechnen. Die Studierenden erkennen die Vorteile der spartenübergreifenden Analyse als wichtige zukünftige Methode der Stadtplanung.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung. Die Vorlesungen werden in Form von Präsentationen gehalten was in der Breite der behandelten Themen begründet liegt. Für die Übungen werden Arbeitsblätter den Studierenden für eine Woche zur selbstständigen Bearbeitung zur Verfügung gestellt und anschließend in den integrierten Übungsstunden an der Tafel besprochen. Dies dient der Wiederholung und Vertiefung der ausgewählten Themen.

### **Medienform:**

Präsentationen, Arbeitsblätter

Es existiert ein MOOC der aus dieser Vorlesung entstanden ist.

### **Literatur:**

Bott, Helmut; Grassl, Gregor C.; Anders, Stephan (Hg.) (2018): Nachhaltige Stadtplanung.

Lebendige Quartiere - Smart cities - Resilienz. Institut für Internationale Architektur-Dokumentation. Zweite Auflage (überarbeitet und aktualisiert). München: Edition DETAIL (Edition DETAIL).

Keirstead, James; Jennings, Mark; Sivakumar, Aruna (2012): A review of urban energy system models: Approaches, challenges and opportunities. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (6), S. 3847–3866. DOI: 10.1016/j.rser.2012.02.047.

World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations. Online verfügbar unter <https://population.un.org/wup/Publications/>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hg.) (2019): Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2019. Berlin.

Zudem ist eine Reihe von Abschlussarbeiten relevant. Details werden bei Beginn der Modulveranstaltung genannt.

### **Modulverantwortliche(r):**

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Hamacher T, Odersky L, Molar Cruz A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI1289: Elektrotechnik | Electrical Engineering

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5           | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur (90 min) erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit mit Hilfsmittel (2 handgeschriebene A4-Seiten) in den Veranstaltungen des Moduls behandelte Grundaufgaben gelöst werden können. Die Klausur besteht aus Fragen, in dem das Verständnis geprüft wird, und Aufgaben, in den z.B. eine Kurzschlussberechnung eines Transformators berechnet werden müssen. Mit den Prüfungsaufgaben wird das Erreichen der angestrebten Lernergebnisse des Moduls geprüft. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse der elektrischen Energietechnik;

#### Inhalt:

Elektrische Größen und Grundgesetze  
 Elektromagnetismus  
 Analogien des elektrischen und magnetischen Feldes  
 Wechselstromkreise  
 Drehstromsystem  
 Elektrische Maschinen  
 Grundlagen Leistungselektronik  
 Elektronische Bauelemente  
 Steuerungstechnik

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung ist der Studierende in der Lage, die Grundzüge der Elektrotechnik zu verstehen. Er kennt die Grundlagen der elektrischen und magnetischen Felder, ist vertraut mit Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromsystemen. Die Funktion und Beschreibung von elektrischen Maschinen wird grundsätzlich anhand von Beispielen erklärt. Die Grundlagen der Leistungselektronik sowie die wesentlichen Bauelemente wurden ihm vorgestellt.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung (2SWS) und einer Übung (1SWS). In der Vorlesung wird der Lernstoff mittels PowerPoint-Präsentation vermittelt. Details und Beispiele werden an der Tafel präsentiert. In der Übung werden konkrete Aufgabe und Beispiele an der Tafel vorgerechnet. Als Lernmethode wird zusätzlich zu den individuellen Methoden des Studierenden eine vertiefende Wissensbildung durch mehrmaliges Aufgabenrechnen in Übungen angestrebt.

Als Lehrmethode wird in der Vorlesungen und Übungen Frontalunterricht gehalten, in den Übungen auch Arbeitsunterricht (Aufgaben rechnen).

**Medienform:**

Folgende Medienformen finden Verwendung: Folienvortrag, Skriptum, Übungen, Laborführungen

**Literatur:**

" Elektrotechnik, Energietechnik  
Elpers, Meyer, Skornitzke, Willner  
Kieser Verlag, ISBN 3-8242-2022-9  
" Taschenbuch der Elektrotechnik  
Kories, Schmidt-Walter  
Verlag Harry Deutsch, ISBN 3-8171-1563-6  
" Fachkunde Elektrotechnik  
Verlag Europa-Lehrmittel, ISBN 3-8085-3020-0  
" Einführung in die Elektrotechnik  
Jötten, Zürneck  
Uni-Text, Vieweg Verlag  
" Grundlagen der Elektrotechnik  
Phillipow,  
Hüthig Verlag  
" Theoretische Elektrotechnik  
Simonyi,  
Deutscher Verlag der Wissenschaften

"

**Modulverantwortliche(r):**

Witzmann, Rolf; Prof. Dr.-Ing.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI74831: Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems | Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems [PropENS]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                           |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Teilnehmer am Projektpraktikum Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme sollen Analysen, Planungen und Anwendungen rund um erneuerbare Energiesysteme und deren Modellierung durchführen.

Ein Team aus 3-5 Studierenden soll im Rahmen der Projektarbeit ein für die Gruppe definiertes Ziel über die Dauer der Vorlesungszeit des Semesters erreichen. Die Problemdefinition, Rollenverteilung, Ideenentwicklung sowie Wahl geeigneter Instrumente, Durchführung und Dokumentation sollen dabei von der Gruppe im Wesentlichen selbstständig erarbeitet werden. Die wesentlichen Aspekte der Arbeit im Rahmen des Projektpraktikums (u.a. wesentliche wissenschaftliche Inhalte, die Behandlung einer Aufgabe als abgeschlossenes Projekt, Aufteilung der Aufgabe auf die Gruppenmitglieder) sollen in einem schriftlichen Bericht (Umfang: 15-20 Seiten) dokumentiert werden. In einer ergänzenden Präsentation soll die Kompetenz der Studierenden, ihre Arbeit strukturiert im Rahmen eines kleinen Seminars vor einem Publikum bestehend aus Mitarbeitern des Lehrstuhls und Studierenden vorstellen zu können, überprüft werden. Insgesamt sollen Kompetenzen in der Projektarbeit im Team sowie der Dokumentation und Darstellung der Arbeit nachgewiesen werden. Der Bericht geht mit 40 % in die Note ein, die Präsentation und die Mitarbeit im Team jeweils mit 30 %.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse über:

- Energiesysteme

- Erneuerbare Energien (Potenziale, Technik)
- Matlab / Simulink

#### **Inhalt:**

Es handelt sich um forschungs- und praxisnahe Aufgaben, deren Themen sich mit den aktuellen Forschungsbereichen des Lehrstuhls decken, wie:

- Modellierung, Simulation und/oder Regelung von Energiesystemen
- Potenzialuntersuchung von erneuerbaren Energien
- Analyse und Generierung von Daten für Energiesysteme
- Auswertung und Interpretation von Modellergebnissen
- Planung und Aufbau von Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien auf dem Campus Garching

#### **Lernergebnisse:**

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls ist der Studierende - je nach Themenbereich - in der Lage:

- Herausforderungen der Integration erneuerbarer Energien zu erkennen,
- geeignete Instrumente und Methoden zur Analyse, Planung oder Regelung von Energiesystemen anzuwenden und umzusetzen,
- Ergebnisse aus angewendeten Modellen zu interpretieren und bewerten.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Projektaufgaben werden einzeln oder vorzugsweise in Gruppen von 2-4 Studenten durchgeführt. Dabei wird Selbstständigkeit bzw. Teamfähigkeit in der Bearbeitung einer Projektaufgabe gefördert. Je nach Themenstellung kann eine Literaturrecherche von Nöten sein. Hauptteil des Projektpraktikums ist jedoch die rechnergestützte Entwicklung von Analyse- und Auswertungstools bzw. die Planung und Ausführung von labortechnischen Versuchen oder Installationen. Die Teilnehmer haben zum Schluss die Gelegenheit, das Vorbereiten und Durchführen von Präsentationen zu üben.

#### **Medienform:**

- Anwendung verschiedener Programme bzw. Programmiersprachen (Matlab/Simulink, Python, o.ä.)
- Prüfstände (Anlagen zur Umwandlung erneuerbarer Energien, Echtzeit-Simulator, Messgeräte)
- Präsentationen

#### **Literatur:**

Konstantin, Panos: Praxisbuch Energiewirtschaft - Energieumwandlung, -transport und -beschaffung, Übertragungsnetzausbau und Kernenergieausstieg, Springer Vieweg, Springer-Verlag GmbH Deutschland, eBook ISBN 978-3-662-49823-1, DOI 10.1007/978-3-662-49823-1, Hardcover ISBN 978-3-662-49822-4



Wagner, Ulrich; Heilek, Christian (Bearb.): Nutzung regenerativer Energien (Vorlesungsskript), 10., vollständig überarbeitete Auflage, Herrsching, E & M, Energie-&-Management-Verl.-Ges., 2009, ISBN: 978-3-9805179-3-5

The Power of Transformation - Wind, Sun and the Economics of Flexible Power Systems, International Energy Agency, OECD/IEA, 2014, France, ISBN: 978 92 64 20803 2

Hillier, Frederick S., Lieberman, Gerald J.: Introduction to operations research, New York, McGraw-Hill Education, 2015, ISBN: 978-0-07-352345-3, 0-07-352345-3, 978-0-07-126767-0, 978-1-259-25318-8, 1-259-25318-X

**Modulverantwortliche(r):**

Hamacher, Thomas (thomas.hamacher@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Projektpraktikum Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (Forschungspraktikum, 4 SWS)  
Hamacher T, Kuhn P, Breuning L, Cadavid Isaza A, de la Rua Lope C, Halilovic S, Kerekes A, Kleeberger H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI7513: Umweltmanagement - Ökoauditierung | Ecomanagement and Life Cycle Analysis

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (60 min), die überprüfen soll, inwieweit die Studierenden ein Grundverständnis über Werkzeuge zum Klima- und Umweltschutz ohne Hilfsmittel abrufen können. Dazu werden verschiedene Arten von Fragen (Mehrfachantworten, offene Fragen und Rechenaufgaben) zu den in der Vorlesung behandelten Inhalten gestellt. Die Klausur wird benotet.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Folgende Module sollten vor der Teilnahme bereits erfolgreich absolviert sein:  
Vorlesung Energiesysteme

#### Inhalt:

Die Vorlesung bietet eine Einführung in den Werkzeugkasten für eine nachhaltige Entwicklung von Unternehmen sowie übergeordnete Instrumente zum Umwelt- und Klimaschutz.

Es werden die Grundlagen zur Bilanzierung des kumulierten Energieaufwands (KEA) sowie zur Durchführung von Ökobilanzen erarbeitet. Ausgehend von den Ressourcen in der Lagerstätte werden Energieträger, Baustoffe, Metalle, Kunststoffe und andere Produkte auf Halbzeug- und Produktebene bilanziert. Für einzelne Produkte wird der ganze Lebenszyklus von der Herstellung über die Nutzungsphase bis hin zur Entsorgung bewertet. Schwerpunkt wird auf die Ökologie der Stoffströme unter Berücksichtigung von ausgewählten Prozessschritten in der Produktion gelegt.

Auf Grundlage der Ökoauditverordnung werden die einzelnen Aufgaben im Umweltmanagementsystem und in der Umweltbetriebsprüfung in Unternehmen erläutert. Basierend darauf werden Kommunikationsformen wie beispielweise Umweltberichte und Öko-Labels vorgestellt und die Herausforderungen in Bezug auf die gesellschaftliche Akzeptanz diskutiert.

Abgeschlossen wird die Vorlesung mit einem Überblick über aktuelle klimapolitische Entwicklungen. Hierbei werden das Kyoto-Protokoll und das Übereinkommen von Paris (COP 21) vorgestellt und die Mechanismen des Emissionshandels (EU ETS) erläutert.

### **Lernergebnisse:**

Der Studierende ist nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls zu Folgendem in der Lage:

- zu erkennen wie die Einbettung technischer Systeme in der Gesellschaft funktioniert,
- die Grundlagen des Öko-Audits zu verstehen,
- aktuelle klimapolitische Instrumente anwenden zu können,
- einfach Ökobilanzen zu erstellen und zu analysieren
- und den kumulierten Energieaufwand (KEA) und Ökobilanzen zu interpretieren und zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

- Vortrag und Diskussion mit Präsentationen und Tafelarbeit
- Ergänzung durch Übungsaufgaben. Es werden z.B. Übungen zur Ökobilanzierung aufgestellt, CO<sub>2</sub> Emissionen berechnet, ebenso der kumulierte Energieaufwand verschiedener Produkte ermittelt.
- In einer abschließenden Exkursion wird die Theorie in der Praxis überprüft. Beispiele aus der Vorlesung werden hier aufgezeigt.

### **Medienform:**

Folgende Medienformen finden Verwendung:

- Rechnergestützte Präsentation für den Vortrag
- Vorlesungsskript
- Tafelarbeit

### **Literatur:**

Folgende Literatur wird empfohlen:

Kumulierter Energieaufwand für Güter und Dienstleistungen - Basis für Ökobilanzen, IfE Schriftenreihe Heft 26

### **Modulverantwortliche(r):**

Wagner, Ulrich; Prof. Dr.-Ing.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **EI7605: Gassensorik für biomedizinische Anwendungen | Gas Sensing in Biomedical Applications [Gassensorik für biomedizinische Anwendungen]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Klausur von 30 Minuten Bearbeitungsdauer. Außer Taschenrechner sind keine Hilfsmittel erlaubt. Die Klausur prüft das Erreichen der angestrebten Lernergebnisse durch Aufgabenstellungen mit überwiegend offenem Antwortformat. Dabei werden Antworten in Form kurzer beschreibender Texte oder Skizzen (Lernziele 1 und 2), Berechnungen und Skizzen (Lernziel 3) bzw. stichpunktartiger Texten, Berechnungen oder Skizzen als Lösung von Problemen aus gegebenen Fallstudien (Lernziel 4) erwartet.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundlagen der Experimentalphysik, Mathematik von Differentialgleichungen

#### **Inhalt:**

Das Modul vermittelt das Wissen über Verfahren zur Bestimmung von medizinisch relevanten Parametern im Atemgas. Folgende Kapitel werden behandelt:

Kapitel 1 – Physik und Chemie der Atmosphäre

Kapitel 2 – Anatomie und Physiologie der Atemwege

Kapitel 3 – Gasaustausch in Lunge und Körpergewebe

Kapitel 4 – Infektionen von Lungen und Atemwegsorganen

Kapitel 5 – Metabolische Abbauprodukte im Atemgas

Kapitel 6 – Die Messungen von Gasmassenfluss

Kapitel 7 – Amperometrische Messverfahren am Atemgas (Elektrochemie)

Kapitel 8 – Resistive Messverfahren (Elektrochemie)

Kapitel 9 – Kapazitive Messverfahren (Elektrochemie)

Kapitel 10 – Impedanz- bzw. Kapazitätsspektroskopie

Kapitel 11 – Massenspektroskopie und optische Verfahren

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage,

1. die Anatomie und Physiologie der äußeren und inneren Atmung mit ihren biomechanischen und biochemischen Prozessen korrekt zu beschreiben,
2. pathologische und gesunde Zustände der Atmung und der Atmungsorgane zu unterscheiden,
3. die Sensorik für Parameter des Gasflusses und des Atemgases zu charakterisieren,
4. die Implementierung dieser Sensorik in medizinisch-diagnostische Anwendungen zu beurteilen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Inhalte werden in der Vorlesung vermittelt und anhand von Fallbeispielen und aufgetretenen Problemen aus der beruflichen Praxis des Dozenten erläutert. Soweit möglich und sinnvoll werden diese Fallbeispiele mit praktischen Demonstrationen und digitalen Medien illustriert. Die Studierenden vertiefen diese Inhalte in der Auseinandersetzung mit den angebotenen Literaturempfehlungen und in gestellten Übungsaufgaben.

### **Medienform:**

Präsentationen, Videomaterial, Tafelarbeit

### **Literatur:**

Gerhard Wiegleb, Gasmesstechnik in Theorie und Praxis, Springer Verlag;

Peter Gründler, Chemische Sensoren, Springer Verlag;

Fan Ren and Stephen J. Pearton, Semiconductor device-based sensors for gas, chemical and biomedical applications, CRC Press;

Sunipa Roy and Chandan Kumar Sarkan, MEMS and Nanotechnology for Gas Sensors, CRC Press;

### **Modulverantwortliche(r):**

Hayden, Oliver; Prof. Dr. rer. nat.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Gassensorik für biomedizinische Anwendungen (Vorlesung, 2 SWS)

Hayden O [L], Scholz A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI80004: Sustainable Mobility | Sustainable Mobility [SuMo]

*Sustainable Mobility: Current and Future Developments*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                           |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer 90-minütigen Klausur, in der die Studierenden kurze Text- und Multiple-Choice-Fragen zu den unterschiedlichen Aspekten der Nachhaltigkeit - vor allem in Hinblick auf den Mobilitätssektor bearbeiten. Zusätzlich dienen einfache Rechenaufgaben zur Überprüfung der Beherrschung der erlernten Verfahren anhand von Beispielen. Des Weiteren werden die Studierenden anhand einer Fallstudie mit Hilfe elementarer mathematischer Berechnungen eine Lebenszyklusanalyse durchführen. Mit Textaufgaben werden die Kenntnis der Methoden und die korrekte Interpretation der Ergebnisse überprüft.

Die Klausur wird benotet und es sind keine Hilfsmittel zugelassen. Für Multiple-Choice-Aufgaben sind maximal 20% der Gesamtpunktzahl vorgesehen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse über:

- Energiesysteme
- Erneuerbare Energien

#### Inhalt:

Der Vortrag behandelt die relevanten Fragen zu "Nachhaltigkeit" und "Mobilität" sowie Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Mobilitätssystemen.

- Begriff Nachhaltigkeit: Definition von Nachhaltigkeit



- Werkzeuge für Nachhaltigkeit: (i) Ökologische Lebenszyklusanalyse, (ii) Lebenszykluskostenanalyse, (iii) soziale Lebenszyklusanalyse und (iv) sozioökonomische Input-Output-Analyse.
- Nachhaltigkeitsdefizite der bestehenden Mobilität: Ölsystem, Geopolitik, CO<sub>2</sub>-Emissionen, Partikelemissionen, Lärm,....
- neue Mobilitätskonzepte jenseits der Technik: Carsharing, intermodaler Verkehr
- Elektrofahrzeuge und Smart Grid: aktuelle Situation und Herausforderungen für die Nachhaltigkeit.
- Autonomes Fahren: aktuelle Situation und Herausforderungen für die Nachhaltigkeit
- andere alternative Kraftstoffe: aktuelle Situation und Herausforderungen für die Nachhaltigkeit

### **Lernergebnisse:**

Nach Abschluss des Moduls ist der Studierende dazu in der Lage:

- den Begriff der Nachhaltigkeit zu verstehen.
- die Herausforderung der Mobilität für die Nachhaltigkeit zu verstehen.
- eine Lebenszyklusanalyse für verschiedene Mobilitätsoptionen durchzuführen und die Umweltauswirkungen (Treibhausgase sowie andere Auswirkungen) verschiedener Mobilitätssysteme aus einem Lebenszyklusansatz zu bewerten.
- eine Lebenszykluskostenanalyse verschiedener Mobilitätsoptionen durchzuführen.
- die sozioökonomischen Auswirkungen verschiedener Systeme mit Hilfe der makroökonomischen Input-Output-Analyse zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Studierenden werden mit Fallstudien konfrontiert, die sie mit den in den Vorlesungen erlernten Methoden lösen werden.

Die Übungen werden von den Studierenden während der Session gelöst. Die Studenten werden ermutigt, an den Diskussionen teilzunehmen.

### **Medienform:**

Vortrag, Präsentation, Tafelarbeit

### **Literatur:**

Life cycle assessment student handbook

Hrsg./Bearb.: Curran, Mary Ann

Place of Publication, Publisher, Year of Publication: Hoboken, John Wiley & Sons Inc., 2015

Umfangsangabe: XI, 299 Seiten

ISBN: 978-1-119-08354-2

Life Cycle Assessment: Quantitative approaches for decisions that matter. Available at: <http://www.lcatextbook.com/>

### **Modulverantwortliche(r):**

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Sustainable Mobility (Übung, 1 SWS)

de la Rua Lope C, Cadavid Isaza A

Sustainable Mobility (Vorlesung, 2 SWS)

Hamacher T, de la Rua Lope C, Cadavid Isaza A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW0219: Projektmanagement für Ingenieure | Project Management for Engineers [PM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                                        |                             |                                          |                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>45 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung besteht zu ca. 40% aus Kurzfragen, in denen direkt das zu erlernende Wissen abgefragt wird. Im Rest der Prüfung muss dieses Wissen praktisch in kleinen Fallbeispielen angewendet werden. Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, nicht elektronisches Wörterbuch

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Lerninhalte bauen auf keinen anderen Vorlesungen auf, setzen aber ein breites, allgemeines Wissen voraus.

#### Inhalt:

In diesem Modul wird das Wissen vermittelt, um Projektmanagement praktisch durchzuführen. Im Wesentlichen werden die folgenden Hauptaufgaben des Projektmanagements behandelt:  
 Zieldefinition ("Was sind Ziele?", "Wie werden Ziele formuliert?")  
 Projektablauf (Meilensteinplan, Zwischenergebnisse)  
 Projektorganisation (Projektleiter, Projektteam, Betroffene, Beteiligte)  
 Projektplanung (Qualität, Leistung, Kosten und Termine)  
 Projektsteuerung (Störungsbehandlung, Reporting) und  
 Führung und Zusammenarbeit (Teamarbeit, Konfliktbewältigung)

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Lehrveranstaltungen des Moduls kennen die Studierenden die Grundlagen, um Projekte zu planen, zu steuern und abzuschließen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

- Eigenstudium der Fachbegriffe und grundlegenden Zusammenhänge
- Lösen von Fragen/Aufgaben zum Inhalt der Lehrveranstaltung anhand von Beispielen; Analyse und Diskussion der Ergebnisse
- Ergänzen des Lehrstoffes durch Studium der empfohlenen Literatur
- Übungsaufgaben werden den Studierenden in der Übungsstunde zur Verfügung gestellt und anschließend werden die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität diskutiert
- Eingehende Diskussion von Fallbeispielen, um die theoretischen Grundlagen zu vertiefen

**Medienform:**

Die Inhalte der Vorlesung werden zum Einen mit Hilfe einer PowerPoint-Präsentation vorgetragen und zum Anderen zusammen mit den Studierenden an einem Flip-Chart erarbeitet. Dadurch werden die Studierenden aktiv in die Vorlesung mit eingebunden. Die Übung erfolgt anhand einer erklärenden PowerPoint-Präsentation mit vielen Fallbeispielen und Übungsaufgaben. Begleitend zu der Vorlesung kann ein Skript erworben werden, indem die PowerPoint-Präsentation enthalten ist.

**Literatur:**

Eine Foliensammlung zu den Lehrveranstaltungen steht beim Skriptenverkauf zur Verfügung. Die in der Vorlesung erstellten Flip-Charts werden zum Download ins Internet gestellt. Die Folien und Aufgaben aus der Übung stehen auf der Homepage der Vorlesung zum Download zur Verfügung.

**Modulverantwortliche(r):**

Reinhart, Gunther; Prof. Dr.-Ing.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Projektmanagement für Ingenieure (Vorlesung, 2 SWS)  
Göttel P, Götz D

Projektmanagement für Ingenieure Übung (Übung, 1 SWS)  
Göttel P, Götz D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW1535: Patent-, Marken- und Musterrecht für Ingenieure: Eine Einführung | Introduction to Patent, Trademark and Design Law for Engineers [Patentrecht]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Fragestellungen anzuwenden.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

Diese Vorlesung richtet sich insbesondere an Studierende der Ingenieurwissenschaften und soll ein grundlegendes Verständnis für die gewerblichen Schutzrechte vermitteln.

#### Lernergebnisse:

Ziel der Veranstaltung ist es, einen Überblick über die wichtigsten gewerblichen Schutzrechte Patent, Marke und Geschmacksmuster zu geben und vertieft die Themen Erlangung, Verteidigung und Durchsetzung eines technischen Schutzrechts am Beispiel des Patents zu behandeln.

#### Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag und Präsentation vermittelt. Beispielhaft werden Probleme und Themen aus der Praxis dargestellt. Den Studierenden werden

die gelesenen Folien sowie weiterführende Informationen online über das Elearning-Portal zugänglich gemacht.

**Medienform:**

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Online-Lehrmaterialien, ggf. Lehrfilme;

**Literatur:**

Ilzhöfer/Engels, Patent-, Marken- und Urheberrecht, 8. Auflage, Verlag Vahlen, 2010; Beck-Texte, 11. Auflage, Patent- und MusterR, dtv, 2011; Beck-Texte, 31. Auflage, Wettbewerbsrecht, Markenrecht und Kartellrecht, dtv, 2010; Benkard, Kommentar zum Patentgesetz, 10. Auflage, Verlag C. H. Beck, 2006; Schulte, Kommentar zum Patentgesetz, 8. Auflage, Heymanns Verlag, 2008; Ingerl/Rohnke, Kommentar zum MarkenG, 3. Auflage, Verlag C. H. Beck, 2010; Ströbele/Hacker, Kommentar zum MarkenG, 10. Auflage, Heymanns Verlag, 2009

**Modulverantwortliche(r):**

Mela, Petra; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW2149: Introduction to Wind Energy | Introduction to Wind Energy

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5           | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination consists of a written exam (90 minutes) at the end of lectures. The purpose of the exam is for students to demonstrate, within limited time, their ability in:

- Explaining the concepts that were covered during the lectures. This implies explaining, among the others, the main physical principles underlying the wind turbine aerodynamics and control, as well as the main features of the wind resource or the distinguish characteristics of offshore wind turbines.
- Solving problems that require using equations that were introduced during the lectures. This includes, among the others, computing the power and other operational parameters of a wind turbine under different environmental conditions, or determining the forces exerted by a section of a wind turbine blade.

Tools allowed in the exam: scientific non-programmable calculator and a note-sheet

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in engineering mechanics and aerodynamics.

#### Inhalt:

- " Introduction to wind energy, the wind resource and its characteristics.
- " Wind turbine types, configurations, components, design of machines and wind farms.
- " Wind turbine aerodynamics.
- " Dynamics, aeroservoelasticity and control of wind turbines.

- " Introduction to off-shore wind, the off-shore environment, support structures, dynamics.
- " Introduction to electrical systems and grid integration.

### **Lernergebnisse:**

During the course, students will be introduced to the wind energy resource, and will learn the basic principles underlying the energy conversion process from wind, with a particular emphasis on a multidisciplinary view of the problem. At the successful completion of the course, students will achieve a basic solid understanding of the aerodynamics, dynamics and control of wind turbines, as well as of their design and operation, with a good overall knowledge of all principal aspects of wind energy technology.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Learning method:

In addition to the individual methods of the students consolidated knowledge is aspired by repeated lessons in exercises and tutorials.

Teaching method:

During the lectures students are instructed in a teacher-centered style. The exercises are held in a student-centered way.

### **Medienform:**

The following kinds of media are used:

- Class room lectures
- Lecture notes (handouts)
- Exercises with solutions as download

### **Literatur:**

Course material will be provided by the instructor.

Additional recommended literature:

- " T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi, Wind Energy Handbook, Wiley, 2011.
- " J. F. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers, Wind Energy Explained, Theory, Design and Application, Wiley, 2012.

### **Modulverantwortliche(r):**

Bottasso, Carlo; Prof. Dr.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Introduction to Wind Energy (MW) (Übung, 1 SWS)

Bottasso C [L], Campagnolo F

Introduction to Wind Energy (MW) (Vorlesung, 2 SWS)

Bottasso C [L], Campagnolo F



Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW2152: Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems | Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2013/14

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>105 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Grading is based on a written exam, of a duration 90 min. Students should demonstrate their knowledge of the principal topics of the course, including wind turbine aerodynamics, aeroelasticity, regulation & control, simulation and design. The exam is composed of about 10-15 questions, each one worth a certain number of points, for a total of 100 points. Questions will include multiple-choice answers, open questions and exercises. Detailed instructions on the exam will be given both at the beginning and at the end of the course. A review lecture will be offered at the end of the course to highlight the main concepts and help students prepare for the exam.

No aids are allowed during the exam, i.e no notes nor calculators, PCs, smartphones, etc.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in engineering mechanics and aerodynamics.

#### Inhalt:

The course offers a broad introduction to the engineering principles underlying the operation of wind turbines, as well as their design. The course is organized in the following five main modules:

" Introduction: introduction to wind energy, and overview of wind energy systems and wind turbines; the wind resource and its characteristics; anatomy of a modern wind turbine; wind turbine components; electrical aspects.

" Wind turbine aerodynamics: overview of rotor aerodynamics; one-dimensional momentum theory and Betz limit; wake swirl; airfoils; blade element momentum theory, dynamic inflow; unsteady

corrections, blade tip and hub losses, dynamic stall, stall delay and three-dimensional effects; deterministic and stochastic wind models.

" Dynamics and aeroservoelasticity: rigid and elastic flapping and lagging blade; the rotor as a filter, aerodynamic damping, flutter, limit cycle oscillations; loads; stability analysis; aeroservoelastic models of wind turbines; aeroservoelastohydroelastic models for off-shore applications.

" Wind turbine control: overview and architecture of wind turbine control systems; on-board sensors; supervisory control; regulation strategies; trimmers, load-reducing control, dampers; load and wind observers.

" Wind turbine design: overview of design criteria and certification guidelines; aerodynamic design; structural design; design and choice of sub-systems and components.

### **Lernergebnisse:**

After successfully completing the course, students will have an understanding of all main physical processes underlying the energy conversion process from wind. In addition, they will be able to apply their knowledge for giving qualitative explanations of key phenomena and for making some relevant quantitative predictions. For example, students will be able to analyze wind turbine performance and dynamics response, and to demonstrate the main strategies used for controlling these machines over their complete operating range. A specific goal of the course is to provide students with a multidisciplinary vision on the physics of wind energy systems, and to make them able to apply the explained methods to relevant problems. A particular emphasis will be placed on design, so that students will be able to evaluate the effects of design choices on the cost of energy.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The course includes teaching lectures, which cover all theoretical content of the course and that are delivered with a teacher-centered style. The lectures are delivered with the help of slides, which include text, equations, figures, sketches and occasionally movies, as necessary in order to explain specific concepts or physical processes. Relevant examples from real-life wind energy applications will be given, whenever necessary or useful. The lecturer will annotate the slides or use the blackboard to help clarify some specific aspects, as necessary to ensure clarity and completeness of exposition. Review of background material is offered at the beginning of the course, to ensure that all students have the necessary knowledge and terminology.

The course also includes exercise sessions, whose role is to consolidate and deepen the understanding of topics presented in the teaching lectures. Exercise sessions are typically initiated with a short review (given by the teacher with the help of dedicated slides) of the theory or methods explained in the lecture sessions. After the review, exercise sessions are continued with student-centered work, where students solve practical problems (for example dealing with the formulation of regulation strategies, the assessment of the vibratory behavior of a rotor, or the analysis of its performance) using computer programs. Students are encouraged to use their own individual learning methods, and to take advantage of the exercise sessions to reinforce and ease the understanding of the course main topics.

All course content is described and explained in self-contained lecture notes and support material, which are made available to the students at the beginning of the course. The course material covers also the exercise sessions, and it is complemented by computer programs and all necessary data.

**Medienform:**

The following kinds of media are used:

- Class room lectures
- Lecture notes (handouts)
- Exercises with solutions as download

**Literatur:**

Course material will be provided by the instructor.

Additional recommended literature:

" T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi, Wind Energy Handbook, Wiley, 2011.

" J. F. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers, Wind Energy Explained, Theory, Design and Application, Wiley, 2012.

**Modulverantwortliche(r):**

Bottasso, Carlo; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Vorlesung, 2 SWS)

Bottasso C [L], Bottasso C, Mühle F, Wang C

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Übung, 1 SWS)

Bottasso C [L], Mühle F, Wang C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **POL40100: Ringvorlesung: Politics & Technology | Introductory Lecture: Politics and Technology**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Current notice in view of the restricted presence operation due to the CoViD19 pandemic: If the general conditions (hygiene, distance rules, etc.) for a presence test are not available, the planned form of examination can be switched to electronic (remote) testing in accordance with §13a APSO. The decision about this change will be announced as soon as possible, but at the latest 14 days before the examination date by the examiner after consultation with the responsible examination board.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Keine

#### **Inhalt:**

The module is intended as an introduction to the questions and research being addressed in the main thematic areas of the master's program: big transformations and their environmental, technological, and social dimensions; democracy in a digital age; and global governance, ethics and technology. The links between these areas and research areas found in the TUM, such as economics and policy, digital technologies, social responsibility and corporate governance, and urbanization, mobility, and energy will be explained.

**Lernergebnisse:**

After participating in the module, students will have a strong overview of the kinds of research questions being addressed by faculty in the HfP. They will be knowledgeable about some of the big questions driving the study of politics and research methods and theories which are used to address those questions: What role does the state play in technological innovation? How well do different political systems address major challenges like climate change, biodiversity loss, and ocean acidification? How is support for democracy impacted by growing economic inequalities? How might new technologies alter forms of societal participation in governance processes?

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is offered in the form of two seminars, each dealing with different, but complementary thematic areas. One will focus on big questions for politics in a world of rapidly changing technologies, globalization, migration, and challenges to democracy. The other will look at major policy problems (the Energiewende, Resource depletion, urbanization) and how they are being addressed by governments, industrial actors, and civil society.

**Medienform:**

Online-Reader, PowerPoint

**Literatur:**

A reader of seminar texts with up-to-date and cutting edge scientific literature will be made available at the start of the semester.

**Modulverantwortliche(r):**

Schreurs, Miranda; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

(POL40100) Introduction to Politics, Technology & Sustainability (Vorlesung, 4 SWS)

Schreurs M ( Janßen S ), Ohlhorst D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### POL60700: Democracy in the Digital Age | Democracy in the Digital Age

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module grade is based on a written examination in the form of a seminar paper (13 – 15 pages). Through their seminar paper, students will document to which extent they have gained a foundational understanding in the area of Democracies in the Digital Age and whether they are able to apply the introduced theories and approaches to analyze specific policy problems. The seminar paper is accompanied by a presentation (15 - 30 min) to test the communicative competence of presenting scientific topics to an audience. The presentation must be supplemented by a short-written handout. The module grade consists of the seminar paper (80%) and the presentation (20%).

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

-

#### Inhalt:

This module provides a foundational introduction to the area of democracies in the digital age, focusing on the benefits and challenges of digital technologies for democracies. This includes seminal theories and approaches as well as their application to current policy areas in the digital age. For example, students will gain a deeper understanding in theory and practice in a comparative context of the influence of digital information and communication technologies in elections, how they can disrupt democracies, or whether e-governance might lead towards a digital democracy.

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of this module, students will understand foundational theories and approaches in the area of democracies in the digital age. They will further be able to apply the introduced theories and approaches to analyze complex contemporary challenges of democracies manifested through these new information and communication technologies.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of two seminars. This setting allows for an intensive discussion of specific theories and policy areas of Digital Democracy and it is meant to encourage in-depth exploration of the module's topics and independent study of the scientific literature.

**Medienform:**

Scientific literature, PowerPoint, Reader

**Literatur:**

Mounk, Y. (2018): The people vs. democracy: why our freedom is in danger and how to save it, Harvard University Press.

A reader of seminar texts will be made available at the start of the semester.

**Modulverantwortliche(r):**

da Conceicao-Heldt, Eugenia; Prof. Dr. phil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

(POL60700) Democracy in the Digital Age (Seminar 1 + 2) (Seminar, 4 SWS)

Csehi R ( Müller T )

(POL60700) Democracy in the Digital Age (Seminar 3 + 4) (Seminar, 4 SWS)

Gad N, Rios Camacho E ( Müller T, Schmid H )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### POL62200: Energy Transformation | Energy Transformation

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

For this module, evaluations will be based on written work and a presentation. The written assignment for the module will be of a length of approximately 20-25 pages. The topic of the module paper is to be developed in consultation with the seminar leaders and will deal with a specific topic of the seminar (energy transformation) and its technological, political, and social dimensions. The paper will be introduced with a precise question and then analyzed in depth. The methodology of research needs to be indicated and a comprehensive bibliography included. Students will be expected to prepare and give a presentation of at least 20 minutes tied to a session topic. Group presentations of up to three students are possible as long as individual contributions are discernible.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Ring lecture „Politics & Technology“

#### Inhalt:

For a variety of reasons, including energy security, environment and climate concerns, and the potential to develop new technologies and processes, cities, countries and entire regions are pursuing low-carbon energy transitions. Understandings of what the best approach to a low carbon energy transition is, however, vary widely. The extent to which energy transitions are occurring in various sectors (power, heating/cooling, transportation) differs significantly. Why is this the case? What factors support or inhibit the scaling-up of policy solutions? What are the challenges associated with large scale energy system transformations? How similar or different are energy

system transformations to other major transformations which have occurred in the past or which may need to occur in the future? This module will consider these and other questions in the context of Germany, at the European level and internationally.

**Lernergebnisse:**

After participating in this module, students will understand the arguments underpinning decisions to pursue low carbon energy transitions, how low carbon energy transitions are affected by broader economic, technological, and political factors, and the ways in which actors at the local, national, or international level may act to promote or inhibit change. They will have gained insights into system transformation thinking, understand aspects of the production, distribution and utilization of energy and their interplay; apply methods of comparative policy analysis to energy policy in different political systems; be able to identify challenges of policy-making in national politics and the European multi-level system; to critically analyze energy policy in Germany, Europe, and internationally (for example in China, Japan, India, the United States as well as at the global level); to analyze the factors determining German, European, and international energy politics, and to evaluate the effects of different energy policy governance instruments (like legal regulation, planning, incentive design, taxes, subsidies, etc.).

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is offered in the form of two seminars, each dealing with different, but complementary thematic areas. One will be focused more on the transition of the energy systems in Germany and Europe while the other will concentrate more on the international and global level. To obtain a deeper understanding of the module's topics a combination of independent work and general discussion will be used in the seminar. Seminars will include both direct input from the instructor and a wide variety of active learning methods. During the seminars, there will be in-depth discussions and inputs by students. Concrete examples will be used to practice, analyze, and evaluate the material which has been presented. Both the technical and scientific aspects of issues as well as their political and social implications will be discussed. The presentations developed and given by the students and ensuing discussions will contribute to the students' understanding of the seminar materials and instructor's inputs.

**Medienform:**

Online-Reader, PowerPoint

**Literatur:**

A reader of seminar texts with up-to-date and cutting edge scientific literature will be made available at the start of the semester.

**Modulverantwortliche(r):**

Schreurs, Miranda; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

(POL62200) Energy Transformation (Seminar 1 + 2) (Seminar, 4 SWS)  
Cetkovic S ( Janßen S )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### POL62400: Environment and Climate Transformation | Environment and Climate Transformation

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                                     |                                           |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

For this module, evaluations will be based on written work and in cases of simulations will also be participative. Written assignments will entail either two seminar papers (one paper per seminar each of about 10 pages), a term paper of about 20 pages, or participation in a simulation, including written preparatory work therefore. Seminar papers are to be written during the semester while term papers can also be written in the time between semesters. In the case of simulations, the written preparatory work is to be done during the seminar. The topic of the seminar papers is to be developed in consultation with the seminar leader and should deal with a specific topic of the seminar, which is introduced with a precise question and then analyzed in depth. For a term paper, a broader topic which has been covered in at least one of the seminars is to be addressed. The term paper should be guided by a precise question which is then analyzed in depth. Students have the opportunity to choose for which seminar they wish to prepare a term paper. As course work, students will be expected to prepare and make a presentation of at least 20 minutes in both courses on a theme being discussed in class. Group presentations of up to three students are possible.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Ring lecture „Politics & Technology“

**Inhalt:**

Global climate change, biodiversity loss, resource depletion, ocean acidification, and land degradation are some of the many environmental problems which have potentially grave consequences for humanity. These consequences are noticeable at the local, regional, national and international levels. This module considers both the impacts of environmental problems on today's societies as well as the potential implications for future generations. It also considers various technological and social responses to these problems at the regional, national and international level.

**Lernergebnisse:**

This module will help students identify key concepts and theories tied to environmental and climate politics at the local, national, European and global levels, to understand decision making processes, and to work with different environmental policy instruments (for example legal regulation, planning, incentive design, taxes, subsidies, etc.). Students will be able to recognize and make use of different negotiation strategies. They will be able to consider the strengths and weakness of a variety of regulatory and non-regulatory governance instruments, develop leadership skills, understand the importance of issue framing, and consider the importance of coalitions. They will gain an awareness of different theoretical and methodological approaches to environmental and climate politics research and will be able to apply methods of comparative analysis to environmental and climate politics at the regional, national, and international levels. The inter- and intra-generational justice aspects of environmental and climate policy making (or lack of action) will be considered along with the implications of different technological, economic, and social solutions. The course will be global in its scope examining both developing, transitioning, and technologically developed countries.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is offered in the form of two seminars, each dealing with different, but complementary thematic areas. One should be focused more on technological, social, and intergenerational justice implications of environmental, energy, and climate decision making while in the other seminar the students have the opportunity to model political decision-making and negotiations. As a goal of the module is to strengthen students' negotiating skills, in-class simulations will be developed (e.g. of global climate or biodiversity negotiations or of negotiations among European countries). This may include a weekend or alternative extra-long session to allow for a full-length negotiation. Seminars will include both direct input from the instructor and modelling of domestic and international negotiations. Active participation in seminars will be essential. In-class negotiations or decision making simulations will be complemented by written reflection pieces. The presentations developed and given by the students during and after simulation exercises will contribute to the students' understanding of how decision making and negotiations function.

**Medienform:**

Online-Reader, PowerPoint

**Literatur:**

A reader of seminar texts with up-to-date and cutting edge scientific literature will be made available at the start of the semester.

**Modulverantwortliche(r):**

Schreurs, Miranda; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Seminar:

Technological, Social, and Intergenerational Justice Implications of Environmental, Energy, and Climate Decision Making (2 SWS)

Modelling Political Decision-making and Negotiations (2 SWS)

Prof. Dr. Miranda Schreurs

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### POL62500: The Ethics and Politics of Existential Global Risks | The Ethics and Politics of Existential Global Risks

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Students will write an advanced research paper (18-20 pages) in one of the seminars, which contains independent research, and which is handed in at the end of the term break after the semester in which the module is taught. Through this research paper, they show their ability to understand a complex and cutting-edge topic in political theory, to identify open research questions, to formulate a research agenda, to collect literature and to research material, and to compose a paper that is well-argued and up to current standards of research. During the semester students compose three written pieces: two short papers (2-3 pages) responding to a given week's reading, and (before the end of the semester) an initial research plan (2 pages) containing their research question and outlining their intentions for the final paper. The average grade of these pieces and the grade of the final research paper multiplied by three will form a sum; this sum will be divided by four to arrive at the final grade. Students may be offered the opportunity to receive a grade bonus of 0,3 for oral contributions, e.g. presentations; details will be announced at the beginning of each seminar.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Political Theory I and II

#### Inhalt:

Seminar 1, "Uncertainty, knowledge, responsibility" discusses basic normative questions about how human beings should deal responsibly with uncertainty and risk. Themes may include: how do

moral theories, such as consequentialism, deontology and virtue ethics, differ with regard to their ability to provide guidance in situations of uncertainty and/or high risks; what is the responsibility of experts as bearers of knowledge? Seminar 2, "Climate Ethics and Climate Justice", introduces students to the normative dimensions of climate change. Themes may include: the individual and the political level of responsibility, the specific features of climate change as a global commons problem; ethical, political and technological proposals for responding to climate change; the ethical permissibility and political feasibility of climate engineering. NOTE: Instead of taking these two seminars, and depending on teaching capacities, students might be given permission to replace one of them with a seminar on related themes from a different module.

### **Lernergebnisse:**

In this module students bring together their previously acquired knowledge of debates in political theory as well as knowledge of technological and political developments in order to become able to cogently analyze selected questions of the ethics and politics of existential global risks, with a special focus on technical and environmental risks. Human agency, including political agency, takes place not only under conditions of quantifiable risk, but also under conditions of fundamental, and unquantifiable uncertainty. What does it mean to act responsibly under such circumstances? While much technology is based on the Baconian idea of subjecting nature to human control by understanding its laws, technological developments have contributed to creating new risks, both for nature and for the human race. In the module, students will learn to analyze the normative dimensions of actions under risk and uncertainty, with a special focus on climate risks and technological responses to it. Questions include: What kind of responsibility comes with (technical) knowledge? Does the fact that we may not know the exact effects of our behavior diminish our moral responsibility? What forms of climate engineering are ethically justifiable?

### **Lehr- und Lernmethoden:**

This module consists of seminar courses and substantial independent research on the part of students. Students submit three pieces of written work throughout the semester: two response papers addressing problems raised in assigned readings, as well as a preliminary research plan for the final paper at the end of the semester. The seminar sessions are discussion-based and highly interactive, and will combine working through complex political issues and a discussion of student response papers.

### **Medienform:**

Literature, Powerpoint, Whiteboard

### **Literatur:**

Literature will be provided on moodle. Exemplary texts include: Knight, Frank. Risk, Uncertainty, and Profits. Mineola: Dover Publications (2006 [1921]), Young, Iris Marion. 2011. Responsibility for Justice. Oxford: Oxford University Press, Weick, Karl E., and Kathleen M. Sutcliffe. 2001. Managing the Unexpected. San Francisco: Jossey-Baas, Oakley, Justin and Dean Cocking. 2002. Virtue Ethics and Professional Roles. Cambridge: Cambridge University Press, Jamieson, Dale. 2008. Ethics and the Environment: An Introduction. Cambridge: Cambridge University Press, Gardiner, Stephen et al. (eds.). 2010. Climate Ethics: Essential Readings. Oxford: Oxford



University Press. Hardin, Garrett. 1968. "The Tragedy of the Commons." Science. Mulgan, Tim. 2011. Ethics for a Broken World: Imagining Philosophy After Catastrophe. Montreal / Kingston-Itacha: McGill-Queen's University Press.

**Modulverantwortliche(r):**

Schreurs, Miranda; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

(POL62500) The Ethics and Politics of Existential Global Risks (Seminar 1 + 2) (Seminar, 4 SWS)

Ohlhorst D, Schreurs M ( Janßen S, Schmid H )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### POL70070: Ethics of Technology | Ethics of Technology

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The examination will be held in form of a presentation (60 minutes). In this presentation, a relevant techno-ethical topic will be condensed and effectively communicated in limited time with the help of an adequate visualisation to a willing audience. With the presentation, students will also prove their ability to lead a critical discourse and show that they are able to react to questions and impulses.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Knowledge about foundations of ethics/business ethics

#### Inhalt:

1. Which ethical problems arise from human-machine interactions?; 2. How should human-machine interactions be designed from an ethical perspective?; 3. Do technical systems carry responsibility?; 4. What is "mindless morality"?; 5. Are the ethical limits to progressive thinking?; 6. How can consequences of technologies be evaluated?; 7. How can problems of an ethics of technology be investigated empirically?; 8. What do social-science experiments achieve for an ethics of technology?; 9. What causes societal resistance against technological progress?; 10. How should one deal with concerns about technological progress?

#### Lernergebnisse:

1. Students are able to deal critically with the ethical implications of technological developments; 2. Students learn to argue consistently against the background of an ethical theory; 3. Students are able to apply basic ethical concepts on problems of evaluating technologies; 4. Students acquire

the ability to hold a scientific presentation; 5. Students practice their ability to write down scientific arguments

**Lehr- und Lernmethoden:**

Seminar 1:

Seminar units by the instructors to transport theoretical foundations; group discussions to train students' argumentation; online quizzes to regularly monitor students' learning progress;

Seminar 2:

presentations by students to train their ability to hold scientific talks; moderation of scientific discussions evolving around the presentations; preparation of case studies to practice the application of basic ethical concepts to concrete examples

**Medienform:**

Moodle, whiteboard, exercise sheets, flipchart, PowerPoint, films

**Literatur:**

Franssen, Maarten; Lokhorst, Gert-Jan; van de Poel, Ibo (2013): Philosophy of Technology, in: Zalta, Edward N.: Stanford Encyclopedia of Philosophy, available at:

<https://plato.stanford.edu/entries/technology/>

Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) (2017): Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, Version 2, available at:

[http://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/autonomous\\_systems.html](http://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/autonomous_systems.html)

Peterson, Martin (2017): The Ethics of Technology: A Geometric Analysis of Five Moral Principles, Oxford University Press.

**Modulverantwortliche(r):**

Lütge, Christoph; Prof. Dr. phil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### SZ0806: Portugiesisch A2.1 | Portuguese A2.1

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                                        |                                             |                                          |                              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Unterrichtete<br>Sprache | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b>           |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90                 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30 |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Abschlussklausur (keine Hilfsmittel erlaubt). Prüfungsdauer: 90 Minuten. In der schriftlichen Prüfung werden die in der Modulbeschreibung angegebenen Lernergebnisse geprüft. Sie beinhaltet Fragen zur Anwendung von Wortschatz und Grammatik, zu Text- bzw. Lese- und Hörverstehen sowie Aufgaben zur freien Textproduktion. Mündliche Reaktionsfähigkeiten werden anhand der Anwendung entsprechender Redemittel in schriftlichen Dialogbeispielen und das Hörverstehen anhand von Hörbeispielen, bzw. Hörverstehens-Fragen, die schriftlich beantwortet werden, überprüft.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Bestandene Abschlussklausur oder gesicherte Kenntnisse der Niveau A1.

#### Inhalt:

In diesem Modul werden Kenntnisse der Fremdsprache Portugiesisch vermittelt, die es den Studierenden ermöglichen, vertraute und alltägliche Ausdrücke und ganz einfache Sätze verwenden und verstehen, vorausgesetzt die Gesprächspartner äußern sich deutlich und langsam. Dabei werden interkulturelle und landeskundliche Aspekte berücksichtigt. Die Studierende lernen/ üben u.a.: Vergleiche anzustellen, über Erfahrungen zu sprechen und sie zu bewerten, über Alltagsaktivitäten zu berichten und diese zu planen, über vergangene Ereignisse zu berichten und Zustände und Probleme zu beschreiben und vergleichen. Dazu werden entsprechende, hierfür notwendige grammatische Themen bzw. Wortschatz behandelt. Es werden Strategien vermittelt,

die eine Verständigung trotz noch geringer Sprachkenntnisse (in alltäglichen Grundsituationen) ermöglichen.

Im Unterricht wird zugleich auf die grammatikalischen und phonetischen Unterschiede zwischen brasilianischer und portugiesischer Sprachvariante eingegangen.

### **Lernergebnisse:**

Das Modul orientiert sich am Niveau A2.1 des GER. Der/Die Studierende erlangt Kenntnisse in der Fremdsprache Portugiesisch mit allgemeinsprachlicher Orientierung unter Berücksichtigung kultureller und landeskundlicher Aspekte.

Nach Abschluss des Moduls ist der/die Studierende in der Lage, Sätze und häufig gebrauchte Ausdrücke zu verstehen, die mit Bereichen von ganz unmittelbarer Bedeutung zusammenhängen (z.B. Informationen zur Person und zur Familie, Einkaufen, Arbeit, nähere Umgebung). Sie können abgeschlossene vergangene Ereignisse verstehen und schriftlich und mündlich es ausdrücken. Sie können sich in einfachen, routinemäßigen Situationen verständigen, in denen es um einen einfachen und direkten Austausch von Informationen über vertraute und geläufige Themen geht.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die angestrebten Lehrinhalte werden mit gezielten Hör-, Lese- Schreib- und Sprechübungen in Einzel-, -Partner- und Gruppenarbeit kommunikativ und handlungsorientiert erarbeitet. Durch kontrolliertes Selbstlernen grundlegender grammatischer Phänomene und Kommunikationsmuster in der Fremdsprache mit vorgegebenen (online-) Materialien werden im Seminar vermittelten Grundlagen vertieft. Freiwillige Hausaufgaben zur Vor-und Nachbearbeitung festigen das Gelernte.

### **Medienform:**

Lehrbuch; multimedial gestütztes Lehr- und Lernmaterial, auch online.

### **Literatur:**

Lehrbuch (wird in der LV bekannt gegeben)

Vom Kursleiter selbst angefertigte / zusammengestellte Übungen; Auszüge aus kopierbaren Lehrmaterialien; Online-Materialien

### **Modulverantwortliche(r):**

Rosane Werkhausen

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Portugiesisch A2.1 (Seminar, 2 SWS)

Paiva Pissarra R, Viegas Cunha R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **SZ1209: Spanisch C1 - La actualidad en España y América Latina | Spanish C1 - current issues in Spain and Latin America**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                                        |                                          |                                          |                              |
|----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Unterrichtete Sprache | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b>           |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90              | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30 |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Abschlussprüfung (keine Hilfsmittel erlaubt). Prüfungsdauer: 90 Minuten. In der schriftlichen Prüfung werden die in der Modulbeschreibung angegebenen Lernergebnisse geprüft. Sie beinhaltet Fragen zur Anwendung von Wortschatz und Grammatik, zu Lese- und Hörverstehen, sowie Aufgaben zur freien Textproduktion. Das Hörverstehen wird anhand von Hörbeispielen mit Hörverstehens-Fragen/-Fragebogen überprüft. Die Aufgabestellung einiger Prüfungsfragen fordert von den Studierenden in schriftlicher Form eine adäquate Reaktionsfähigkeit ähnlich wie in mündlichen Situationen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Gesicherte Kenntnisse der Stufe B2.2

Einstufungstest mit Ergebnis C1

#### **Inhalt:**

In diesem Modul werden den Studierenden kulturelle, soziopolitische und/oder geschichtliche Kenntnisse über die Spanisch sprechende Länder vermittelt, die sie in die Lage versetzen, unter Einbeziehung interkultureller Aspekte zu kommunizieren und zu handeln. Diese Veranstaltung bietet einen Querschnitt durch die Kultur und Gesellschaft Spaniens und Lateinamerika, indem gesellschaftliche Tendenzen anhand von Literatur (Kurzerzählungen), aktuelle Zeitungsartikeln, Essays und Filme diskutiert werden. Es soll den Studierenden eine Vertiefung in das „Fremdverstehen“ der gesamten Spanisch sprechende Welt ermöglichen und

somit auch die interkulturelle Kompetenz erhöht werden. Es wird ein erweitertes Spektrum an Kommunikationsmöglichkeiten zu aktuellen Themen erarbeitet und Aspekte der Grammatik wiederholt und ergänzt.

In diesem Modul haben die Studierenden die Gelegenheit, eine kurze Präsentation eigenverantwortlich zu gestalten und vorzutragen sowie anschließend auf Fragen zur eigenen Präsentation zu antworten.

### **Lernergebnisse:**

Dieses Modul orientiert sich an Niveau "C1 – Kompetente Sprachverwendung" des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen des Europarats.

Nach Abschluss des Moduls kann der/die Studierende ein breites Spektrum anspruchsvoller, längerer Texte verstehen und auch implizite Bedeutungen erfassen. Er/Sie kann sich spontan und fließend ausdrücken, ohne öfter deutlich erkennbar nach Worten suchen zu müssen. Er/Sie kann die Sprache im gesellschaftlichen und beruflichen Leben oder in Ausbildung und Studium wirksam und flexibel

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar, in dem die angestrebten Lerninhalte mit gezieltem Hör-, Lese-, Schreib- und Sprechübungen in Einzel-, Partner und Gruppenarbeit kommunikativ und handlungsorientiert erarbeitet werden. Durch die Kombination dieser Übungen wird die Interaktion mit den Partnern unterstützt und gefordert. Die Studierenden erwerben Teamkompetenz durch kooperatives Handeln in gemischten Gruppen.

Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, den Lernprozess in der Fremdsprache Spanisch eigenverantwortlich und effektiver zu gestalten und damit die eigenen Lernfähigkeiten zu verbessern. Durch kontrolliertes Revidieren grammatischer Phänomene und Kommunikationsmuster in der Fremdsprache mit vorgegebenen (online-) Materialien werden die im Seminar vermittelten Kenntnisse vertieft.

Freiwillige Hausaufgaben (zur Vor- und Nacharbeitung) festigen das Gelernte.

Referieren und Präsentieren nach vorgegebenen Kriterien; moderierte (Rollen-) Diskussionen; Eigenständiges Referieren und Präsentieren akademischer und gesamtgesellschaftlicher Inhalte zu vorgegebenen Themen.

### **Medienform:**

Lehrbücher, Online-Materialien, Presseartikel, Audio, Video.

### **Literatur:**

Wird im Kurs bekanntgegeben

### **Modulverantwortliche(r):**

Maria Jesús García

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Spanisch C1 La actualidad en España y América Latina (Seminar, 2 SWS)

Martinez Wahnou A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### SZ1217: Spanisch B2.2 | Spanish B2.2

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                                        |                                             |                                          |                              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Unterrichtete<br>Sprache | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b>           |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90                 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30 |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Abschlussprüfung (keine Hilfsmittel erlaubt). Prüfungsdauer: 90 Minuten. In der schriftlichen Prüfung werden die in der Modulbeschreibung angegebenen Lernergebnisse geprüft. Sie beinhaltet Fragen zur Anwendung von Wortschatz und Grammatik, zu Lese- und Hörverstehen, sowie Aufgaben zur freien Textproduktion. Das Hörverstehen wird anhand von Hörbeispielen mit Hörverstehens-Fragen/-Fragebogen überprüft. Die Aufgabestellung einiger Prüfungsfragen fordert von den Studierenden in schriftlicher Form eine adäquate Reaktionsfähigkeit ähnlich wie in mündlichen Situationen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Gesicherte Kenntnisse der Stufe B2.1

Einstufungstest mit Ergebnis B2.2

#### Inhalt:

In diesem Modul werden Kenntnisse in der Fremdsprache Spanisch erarbeitet, die es den Studierenden ermöglichen, aktiv und weitgehend flüssig über Themen von allgemeinem Interesse oder in vertrauten Fachgebieten mit einem Muttersprachler zu kommunizieren und eine Argumentation strukturiert auszuführen. Ein besonderes Augenmerk wird in diesem Modul auf die Entwicklung von Lesestrategien von allgemeinen, akademischen und fachbezogenen Texten, auf Wortschatzarbeit sowie die Befähigung zur Entwicklung von Hörstrategien zur Vorlesungsmitschrift gelegt. Zur Festigung der mündlichen und schriftlichen Fertigkeit werden Schwerpunkte der

Grammatik (z.B. "ser/estar" „Indicativo/Subjuntivo“, Passiv, komplexer Satzbau) erarbeitet, wiederholt und vertieft.

In diesem Modul haben die Studierenden die Gelegenheit, eine kurze Präsentation eigenverantwortlich zu gestalten und vorzutragen sowie anschließend auf Fragen zur eigenen Präsentation zu antworten.

### **Lernergebnisse:**

Dieses Modul orientiert sich am Niveau B2 "Selbständige Sprachverwendung" des GER. Der/die Studierende erlangt Kenntnisse in der Fremdsprache Spanisch auf schriftsprachlichem Niveau unter Berücksichtigung interkultureller, landeskundlicher und studienbezogener Aspekte. Er/Sie kann mühelos unterschiedlichste Texte, Artikel und Berichte aus Fachbüchern, Zeitschriften und Magazinen zu einem breiten Spektrum an Themen lesen und verstehen. Er/Sie kann in den Texten verschiedene Meinungsbilder, Standpunkte und Haltungen erkennen. Er/Sie ist in der Lage zeitgenössische Prosatexte zu lesen. Der/Die Studierende kann längere Redebeiträge und Vorträge mühelos verstehen und komplexer Argumentation folgen, sofern sie klar vorgetragen werden. Der/Die Studierende ist in der Lage klare, detaillierte Texte zu verschiedenen Themen, die von besonderem Interesse für ihn/sie sind oder zu seinem/ihrer Fachgebiet gehören zu verfassen und dabei kohärent zu argumentieren und fachspezifisches Vokabular zu benutzen. Er/Sie kann die eigenen Ansichten und Standpunkte begründen und verteidigen, seine/ihre Argumentation logisch aufbauen und verbinden sowie Vor- und Nachteile bezüglich einer Entscheidung darlegen. Er/Sie kann sich spontan und fließend verständigen. Er/Sie kann zu vielen Themen aus seinen/ihren Interessen- oder Fachgebieten klar und strukturiert in mündlicher Form kommunizieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar, in dem die angestrebten Lerninhalte mit gezieltem Hör-, Lese-, Schreib- und Sprechübungen in Einzel-, Partner und Gruppenarbeit kommunikativ und handlungsorientiert erarbeitet werden. Durch die Kombination dieser Übungen wird die Interaktion mit den Partnern unterstützt und gefordert. Die Studierenden erwerben Teamkompetenz durch kooperatives Handeln in gemischten Gruppen.

Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, den Lernprozess in der Fremdsprache Spanisch eigenverantwortlich und effektiver zu gestalten und damit die eigenen Lernfähigkeiten zu verbessern. Durch kontrolliertes Selbstlernen grammatischer Phänomene und Kommunikationsmuster in der Fremdsprache mit vorgegebenen (online-) Materialien werden die im Seminar vermittelten Kenntnisse vertieft.

Freiwillige Hausaufgaben (zur Vor- und Nacharbeitung) festigen das Gelernte.

Referieren und Präsentieren nach vorgegebenen Kriterien; moderierte (Rollen-) Diskussionen.

### **Medienform:**

Lehrbuch, multimedial gestütztes Lehr- und Lernmaterial (Tafel, Folie, Übungsblätter, Bild, Film, etc.), auch online.

### **Literatur:**

Lehrbuch (wird im Kurs bekanntgegeben)

**Modulverantwortliche(r):**

Maria Jesús García

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Spanisch B2.2 (Seminar, 2 SWS)

Hernandez Zarate M, Tapia Perez T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### SZ1703: Norwegisch B1 | Norwegian B1

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                                        |                                             |                                          |                              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Unterrichtete<br>Sprache | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b>           |
| <b>Credits:*</b><br>3                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>90                 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30 |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Abschlussklausur (keine Hilfsmittel erlaubt). Prüfungsdauer: 90 Minuten. In der schriftlichen Prüfung werden die in der Modulbeschreibung angegebenen Lernergebnisse geprüft. Sie beinhaltet Fragen zur Anwendung von Wortschatz und Grammatik, zu Text- bzw. Leseverstehen sowie Aufgaben zur freien Textproduktion. Mündliche Reaktionsfähigkeiten werden anhand der Anwendung entsprechender Redemittel in schriftlichen Dialogbeispielen, die schriftlich beantwortet werden, überprüft.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Bestandene Abschlussklausur A2

#### Inhalt:

In diesem LV werden Kenntnisse der Fremdsprache Norwegisch erarbeitet, die es den Studierenden ermöglichen, sich in vertrauten Situationen und zu Themen von allgemeinem Interesse selbständig in der Zielsprache zu äußern. Kommunikationsmöglichkeiten (Vokabular, Redewendungen, Dialogmuster etc.) zu den genannten Bereichen, ergänzen das Repertoire an Nebensätzen. Wir wiederholen / intensivieren und ergänzen elementare Aspekte der Grammatik. Die LV orientiert sich am Niveau B1 des GER. Der/Die Studierende erlangt Kenntnisse in der Fremdsprache Norwegisch auf standardsprachlichem Niveau unter Berücksichtigung interkultureller, landeskundlicher, und studienbezogener Aspekte.

Nach Abschluss der LV kann der/die Studierende sich in den meisten alltäglichen Situationen, denen man in Studium, Freizeit und auf Reisen im Sprachgebiet begegnet, sicher verständigen, z. B. den eigenen Werdegang vorstellen, Wünsche äußern, Ratschläge erteilen, Anweisungen erteilen, um Erlaubnis bitten, zu alltäglichen Themen eine persönliche Meinung äußern und widersprechen - für und gegen etwas argumentieren, persönliche Erfahrungen und Pläne kommunizieren.

**Lernergebnisse:**

Das Modul orientiert sich am Niveau B1 des GER. Er/Sie kann wesentliche Inhalte in einfachen Sachtexten, Fernseh- oder Radiosendungen und literarischen Texten verstehen und wiedergeben und sich spontan an Gesprächen zu vertrauten Themen von allgemeinem Interesse beteiligen. Er/Sie kann einfache formelle und längere persönliche Briefe und Texte verfassen, strukturiert zu einem alltäglichen Thema von persönlichem Interesse referieren und schriftlich eine logisch begründete Stellungnahme zu einem aktuellen Thema verfassen, wenn Hilfestellung gegeben wird.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Kommunikatives und handlungsorientiertes Erarbeiten der Inhalte; gezielte Hör-, Lese-, Schreib- und Sprechübungen; Einzel-Partner- und Gruppenarbeit; kontrolliertes Revidieren einzelner Aspekte der Grammatik mit vorgegebenen (online-) Materialien; Referieren und Präsentieren nach vorgegebenen Kriterien; moderierte (Rollen-) Diskussionen. Freiwillige Hausaufgaben zur Vor- und Nachbearbeitung festigen das Gelernte.

**Medienform:**

Lehrbuch; multimedial gestütztes Lehr- und Lernmaterial

**Literatur:**

Lehrbuch; multimedial gestütztes Lehr- und Lernmaterial (wird in der LV bekannt gegeben)

**Modulverantwortliche(r):**

Christina Thunstedt

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Norwegisch B1 (Seminar, 2 SWS)

Soevik G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI000946: Energy Markets I | Energy Markets I

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur (schriftlich, 60 Minuten) erbracht. Zur bestmöglichen Überprüfung der erzielten Lernergebnisse besteht die Klausur aus einem Multiple Choice-Teil (20%) und einem Teil mit offenen Fragen (80%). Der Multiple Choice Teil gilt primär der Abfrage erlernten Fachwissens bzgl. der ökonomischen Besonderheiten von Energiemärkten. Durch die Beantwortung der offenen Fragen soll die Befähigung zu zielgerichteter Problemlösung und Abstraktion demonstriert werden. Die Studierenden zeigen, dass sie ökonomische Prinzipien auf die speziellen Anforderungen von Energiemärkten transferieren und energiepolitische Fragestellungen und aktuelle Entwicklungen analysieren und beurteilen können. Mathematische Fragen werden dabei um Aufgabenteile ergänzt, in denen die Anwendung ökonomischer Denkmuster im Vordergrund steht. Abgesehen von einem nicht-programmierbaren Taschenrechner sind zur Bearbeitung der Aufgaben keinerlei Hilfsmittel erlaubt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse VWL (Wettbewerbstheorie), Grundlagen Unternehmensstrategie (Porter etc.), idealerweise Industrieökonomik (Marktmacht, Oligopole, Eintrittsbarrieren, Transparenz etc.) und Handel (Call, Put, Forward, Future etc.).

Module:

- Investitions und Finanzmanagement
- Mikroökonomik (Economics I)
- Industrieökonomik (Industrial Economics)
- Introduction to Strategy and Organization

**Inhalt:**

Das Modul bietet einen breiten Überblick über die Energiemärkte und Industrien über alle Rohstoffe hinweg. Es deckt die gesamte Wertschöpfungskette ab, angefangen bei der primären Energieversorgung bis hin zur Energienachfrage und stellt die wichtigsten ökonomischen Konzepte vor. Der Fokus liegt dabei auf der Vorhersage der Energienachfrage, Exploration und Produktion der Primärenergie, Angebots- und Nachfragekurven, Merit Orders der unterschiedlichen Rohstoffe (ein Spezialmerkmal der Energiemärkte), Preisbildung und organisierter Energiehandel. Das Modul wird im Sommersemester durch das Folgemodul Energiemärkte 2 fortgesetzt, welches sich mit Erneuerbaren Energien und Netzregulierung befasst.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul können die Studierenden ein breites Grundwissen hinsichtlich der ökonomischen Besonderheiten von Energiemärkten abrufen.

Des Weiteren können die Studierenden energiebezogene Problemstellungen mit Hilfe erlernter mathematischer Techniken, sowie vermittelter ökonomischer Intuition selbstständig lösen.

Die Teilnehmer sind zudem in der Lage, ökonomische Prinzipien auf die speziellen Anforderungen von Energiemärkten zu transferieren.

Durch das Studium der Literatur können die Studierenden energiepolitische Fragestellungen und aktuelle Entwicklungen analysieren und beurteilen.

Damit sind Studierende nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung auch dazu in der Lage, Energiemärkte besser zu verstehen sowie Geschäftsprozesse und -modelle im Energiegeschäft zu entwickeln und einzuschätzen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übung. Die Vorlesung vermittelt den Studierenden das Grundwissen hinsichtlich der ökonomischen Besonderheiten von Energiemärkten mit Hilfe von Vorträgen und Präsentationen. Studierende sollen zum selbständigen Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den Übungen werden energiepolitische Fragestellungen an ausgesuchten Beispielen bearbeitet. Dabei werden die Kursinhalte vertieft und die erlernten mathematischen Techniken, sowie die vermittelte ökonomische Intuition kommen zur Anwendung.

**Medienform:**

Folien-Skript und Übungsaufgaben

**Literatur:**

Erdmann, G. / Zweifel, P. (2010) Energy Economics: Theory and Applications; Springer 2017.

Ströbele, W. / Pfaffenberger, W. / Heuterkes, M. (2012) Energiewirtschaft - Einführung in Theorie und Politik; 3. Auflage; Oldenbourg 2012.

Bhattacharyya, S. (2011) Energy Economics - Concepts, Issues, Markets and Governance; Springer 2011.

**Modulverantwortliche(r):**

Wozabal, David; Prof. Dr. rer. soc.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Energy Markets I - Exercise (WI000946) (Übung, 2 SWS)

Ikonnikova S [L], Berdysheva S

Energy Markets I (WI000946) (Vorlesung, 2 SWS)

Ikonnikova S [L], Berdysheva S, Bieberbach F

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).



## Modulbeschreibung

### WI001056: Grundzüge der Volkswirtschaftslehre | Principles of Economics

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2015

|                                        |                              |                                           |                                      |
|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Multiple-Choice-Klausur (schriftlich, 120 Minuten) erbracht. Die Teilnehmer sollen grundlegende mikro- und makroökonomische Konzepte und Methoden auf konkrete Probleme anwenden und Lösungswege finden. Auf diese Weise sollen die Teilnehmer ihre Fähigkeit zur Abstraktion (Denken in ökonomischen Modellen) und Konkretisierung (Interpretation und Anwendung der Modellresultate) unter Beweis stellen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

Der Kurs bietet eine Einführung in die grundlegenden Konzepte der Volkswirtschaftslehre. Er ist in zwei Teilbereiche untergliedert: Die Mikroökonomik und die Makroökonomik.

Die Mikroökonomik befasst sich mit individuellen Entscheidungen von Wirtschaftssubjekten wie Haushalten, Unternehmen und staatlichen Organisationen und mit deren Interaktion auf Märkten. Wie kann die Marktnachfrage aus den Konsumentscheidungen der Haushalte hergeleitet werden? Wie kann das Marktangebot aus den Produktionsentscheidungen der Unternehmen hergeleitet werden? Welche Mechanismen führen zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage? Was sind die Folgen von Marktversagen, und was kann der Staat dagegen tun?

Die Makroökonomik nimmt eine gesamtwirtschaftliche Perspektive ein. Wie können die Aktivität einer Volkswirtschaft, Inflation und Arbeitslosigkeit gemessen werden? Welche Faktoren bestimmen

das Wirtschaftswachstum? Welche Mechanismen führen zu wirtschaftlichen Schwankungen, und wie können diese Schwankungen mithilfe von Fiskal- und Geldpolitik vermindert werden?

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Konzepte der Volkswirtschaftslehre zu verstehen und zu erklären.

Auf der Mikroebene umfasst dies die Konsumententscheidungen der Haushalte, die Produktionsentscheidungen der Unternehmen. Die Studierenden sind in der Lage die Wechselwirkungen von Nachfrage und Angebot auf Wettbewerbsmärkten zu analysieren. Sie sind außerdem dazu in der Lage, den Zusammenhang zwischen Marktmacht und gesellschaftlicher Wohlfahrt zu verstehen.

Auf der Makroebene sind die Studierenden in der Lage die Phänomene Wirtschaftswachstum, Arbeitslosigkeit und Inflation zu identifizieren und erklären. Außerdem sind sie dazu in der Lage, grundlegende Maßnahmen der Fiskal- und Geldpolitik zu analysieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übungsveranstaltung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentation vermittelt. Die Studierenden sollen zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden. In den Übungen werden, teilweise in Gruppenarbeit, gemeinsam konkrete Fragestellungen und Aufgaben beantwortet und ausgesuchte Beispiele bearbeitet.

**Medienform:**

Lehrbücher, Skript

**Literatur:**

Baumol, William J. and Alan S. Blinder (2016): Economics - Principles and Policy. Boston: Cengage UND Krugman, Paul and Robin Wells (2015): Economics. New York: Worth UND Mankiw, Gregory N. and Mark P. Taylor (2014): Economics. Boston: Cengage

**Modulverantwortliche(r):**

Freiherr von Weizsäcker, Robert; Prof. Dr. rer. pol. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Grundzüge der Volkswirtschaftslehre (WI001056) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)  
Feilcke C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001057\_E: Cost Accounting | Cost Accounting

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 60-minütigen schriftlichen Klausur erbracht. Als Hilfsmittel ist ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen. Die Studierenden beantworten dabei Fragen zur Definition von Begriffen der Kostenrechnung und über die grundlegenden Prinzipien der Kostenrechnung. Weiter beantworten die Studierenden theoretische Fragen über die Konzepte der Kostenrechnung und deren Anwendung. In einem zweiten Teil der Klausur müssen die Studierenden die Konzepte auf beispielhafte Probleme der Kostenrechnung anwenden und sind aufgefordert, die Methoden der Kostenrechnung durchzuführen. Schließlich beantworten die Studierenden Fragen zur Interpretation dieser Ergebnisse.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

Im Modul sollen die Studierenden die wesentlichen Fragestellungen und Methoden der Kosten- und Erlösrechnung kennenlernen.

Diese sind:

- Einordnung der Kosten- und Erlösrechnung in die Unternehmensrechnung
- Kostenartenrechnung
- Kostenstellenrechnung
- Kalkulation (Kostenträgerstückrechnung)
- Ermittlung von Kostenfunktionen

- Kurzfristige Erfolgsrechnung
- Break-Even-Analyse

**Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die grundlegenden Systeme der Kostenrechnung zu verstehen und in den Kontext der Unternehmenspraxis einzuordnen. Sie können illustrieren wie die Kostenrechnung verschiedene operative und strategische Entscheidungen unterstützt. Gleichzeitig können Sie die Vor- und Nachteile verschiedener Kostenrechnungssysteme bewerten. Sie verstehen Vor- und Nachteile von Voll- und Teilkostenrechnungen. Sie können verschiedene Systeme der Kostenrechnung auf Probleme der Unternehmenspraxis anwenden und die Eignung verschiedener Systeme der Kostenrechnung für konkrete Situationen bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übungsveranstaltung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentation vermittelt. Die Studierenden werden zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. In der Übung werden die in der Vorlesung vermittelten theoretischen Grundlagen anhand konkreter Fragestellungen und Aufgaben teilweise in Gruppenarbeit beantwortet und bearbeitet.

**Medienform:**

Präsentationen, Bücher, Skript, Übungsaufgaben

**Literatur:**

Friedl, Gunther; Hofmann, Christian; Pedell, Burkhard: Kostenrechnung - Eine entscheidungsorientierte Einführung, 2. Aufl. München 2013.

Küpper, Hans-Ulrich; Friedl, Gunther; Hofmann, Christian; Pedell, Burkhard: Übungsbuch zur Kosten- und Erlösrechnung, 6. Aufl., München 2010.

**Modulverantwortliche(r):**

Friedl, Gunther; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001058: Foundations of Entrepreneurial & Ethical Business | Foundations of Entrepreneurial & Ethical Business

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur (120 Minuten) erbracht.

Die schriftliche Klausur ermöglicht eine umfassende Bewertung, ob die Studierenden die grundlegenden Prinzipien des Entrepreneurship kennen und verstanden haben. Sie beantworten Fragen über die Konzepte, die die Denkweise unternehmerischer Individuen und das Management unternehmerischer Firmen erklären. Sie beantworten darüber hinaus Fragen zu grundlegenden Definitionen spezifischer Arten von Entrepreneurship und unternehmerischem Verhalten. Zudem wird geprüft, ob die Studierenden grundlegende Prinzipien und Modelle ethischen ökonomischen Verhaltens kennen und das Wissen zu Entrepreneurship nutzen und weiterentwickeln können. Sie beantworten Fragen zu grundlegenden Definitionen und Theorien ethischen Verhaltens und bewerten ethisches Verhalten im ökonomischen Kontext.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

Das Modul führt die Studierenden in die grundlegenden Prinzipien zum Thema Entrepreneurship aus einer globalen und internationalen Perspektive ein. Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen über:

- Definitionen, regionale Aspekte und spezielle Formen des Entrepreneurship

- Unternehmerische Individuen, einschließlich deren Persönlichkeit, Kreativität, Ideenentwicklung, Kognition, Opportunity Recognition, Entscheidungsverhalten, Emotionen und Erholen vom Scheitern
- Unternehmerische Firmen, einschließlich deren Wachstumsstrategien, strategischer Allianzen und Ressourcen.

Zudem erfahren die Studierenden in Gruppenarbeit den Prozess der Opportunity Recognition und der Entwicklung von Geschäftsideen. In diesen Workshops wenden die Teams Konzepte der akademischen Literatur auf reale unternehmerische Probleme an. Die Studierenden erarbeiten Präsentationen und diskutieren ihre Ergebnisse.

Das Modul stellt zudem grundlegende Probleme, Argumente und theoretische Ansätze der Wirtschaftsethik vor. Es untersucht die Möglichkeiten, moralische Normen im Grenzgebiet zwischen Ethik und Entrepreneurship/Ökonomie zu realisieren. Grundlage ist die Analyse ethischer Entscheidungsprozesse in Firmen und die detaillierte Untersuchung von Situationen und Handlungsalternativen. Themen beinhalten Reputation, Vertrauen und Sozialkapital, Korruption, Umweltschutz und globale ethische Standards. Der Teil schließt mit einer kritischen Diskussion verschiedener Forschungsansätze in der Debatte zur Wirtschaftsethik.

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte des Entrepreneurship einschließlich grundlegender Definitionen, psychologischer Prozesse und Charakteristika von Entrepreneuren sowie mögliche Entwicklungspfade unternehmerischer Firmen und können diese erklären. Darüber hinaus transformieren die Studierenden dieses Wissen auf reale Fälle und wenden es an. Sie sind in der Lage unter Berücksichtigung der Theorien unternehmerischer Prozesse in realen Fällen unternehmerische Probleme zu lösen.

Des weiteren verstehen die Studierenden die ethische Bedeutung ökonomischer Theorien, reflektieren über ethische Aspekte in der Ökonomie und wenden ethische Theorien im Entrepreneurship-Kontext sowie anderen ökonomischen Kontexten an. Die Studierenden sind in der Lage Rückschlüsse aus den bekannten Theorien und Konzepten zu ziehen und sich im Entrepreneurship- und Business-Alltag ethisch korrekt zu verhalten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul beinhaltet verschiedenen Lehr- und Lernmethoden.

- Wissensgrundlagen und reale Beispiele werden in der Vorlesung vermittelt. Die Modulinhalte werden durch Vortrag, Präsentationen und Beispiele vermittelt.
- Diskussionen und aktive Mitarbeit während der Vorlesung sind erwünscht und tragen zu einem noch intensiveren Verständnis der eingeführten Konzepte bei.
- Workshops in Kleingruppen befähigen Studierende dazu ihr theoretischen Wissens auf reale Probleme anzuwenden. Dieses Format fördert zudem die Kreativität und die Fähigkeit in Teams zu arbeiten.
- Ergänzend dazu werden Studierende zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt.

Das Modul wird auch am TUM Campus Straubing angeboten

**Medienform:**

Präsentationen und Power-Point-Folien

**Literatur:**

Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2010). Entrepreneurship (8th ed.). New York: McGraw-Hill.

Read, S., Sarasvathy, S., Dew, N., Wiltbank, R. & Ohlsson, A.-V. (2010). Effectual Entrepreneurship. New York: Routledge Chapman & Hall.

Karl Homann/Christoph Lütge: Einführung in die Wirtschaftsethik, 2. Aufl., Münster 2005.

Andrew Crane/Dirk

Matten: Business Ethics: A European Perspective, Oxford 2003.

Karl Homann/Franz Blome-Drees: Wirtschafts- und Unternehmensethik, Göttingen 1992

**Modulverantwortliche(r):**

Patzelt, Holger; Prof. Dr. rer. pol.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Introduction to Entrepreneurship (WI001058, WI101058) (Part I of Module "Foundations of Entrepreneurial and Ethical Business") am Campus Straubing (Vorlesung, 2 SWS)  
Doblinger C, Fischer D

Einführung in die Wirtschaftsethik (WI001058, WI101058) (Part II of Module "Foundations of Entrepreneurial and Ethical Business") am Campus Straubing (Vorlesung, 2 SWS)  
Doblinger C, Kurowski S

Introduction to Business Ethics (WI001058) (Part II of Module "Foundations of Entrepreneurial and Ethical Business") (Vorlesung, 2 SWS)  
Lütge C [L], Max R, Uhl M

Introduction to Entrepreneurship (WI001058, WI101058) (Part I of Module "Foundations of Entrepreneurial and Ethical Business") (Vorlesung, 2 SWS)

Patzelt H [L], Baur C, Patzelt H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001072: Corporate Sustainability | Corporate Sustainability [Corp Sust Bc]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                                 |                              |                                           |                                      |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6           | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module assessment consists of a written exam (70%) and a written term paper (30%).

By means of a 60-minutes written exam at the end of the term, the aspired learning objectives will be tested. The exam consists of several closed, as well as some open questions. Closed questions were chosen as they allow the lecturer to test whether the students are able to reproduce different corporate sustainability strategies, the sustainability challenges and chances companies are facing and the impact of sustainability issues upon classical business functions. Open questions are the best way to test whether the students are able to make use of the acquired knowledge to answer practical problems by providing own examples. They need to show that they can critically assess current corporate sustainability and business practices.

By writing the term paper, students demonstrate that they are able to observe societal problems faced by corporations or entrepreneurs. They will be able to offer solutions to these problems by elaborating on a business case or a business plan. In this way, students could show their knowledge and ability to tackle ecological and social issues using a business perspective. Overall, students show that they are able to write a term paper within a limited amount of time, using their ability to identify problems and find solution strategies.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

none



**Inhalt:**

The module aims to highlight the most important issues of Corporate Sustainability practice. Challenges of our rapidly changing world such as climate change, peak oil, peak food, pollution etc. call for a paradigm shift in business practice, by acknowledging that a firm's success cannot be measured by its traditional financial bottom line only, but also by its social/ethical and environmental performance (so-called triple bottom line). Surveys report that an overwhelming majority of executive managers believe sustainability will be critical to their company's future success, but they point to key challenges such as the complexity of implementing sustainable practices across business functions, competing strategic priorities, low consumer interest and willingness to buy/pay, or lack of recognition from the financial markets.

The module will address these challenges, but also show chances arising from corporate sustainability practice. A focus will be put on the integration of sustainability principles across the classical business functions from supply to production, marketing and accounting.

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of this module, students will be able to (1) understand the sustainability challenges and chances companies face nowadays. They will be able to (2) analyze the impact of sustainability issues upon classical business functions such as supply, production, marketing, finance and accounting. Students will be able to (3) describe corporate sustainability strategies and discuss up-to-date examples of company practice regarding sustainability management. Furthermore students will be able to (4) critically assess current corporate sustainability/business practice. They will be able to (5) collect data and develop strategies related to sustainability challenges in a corporate setting (based on the input presented in class by guest lecturers).

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is a seminar. The seminar consists of small lecture units which provide students with the basic theoretical knowledge and of interactive group work. Moreover, conversations give students the opportunity to critically discuss the newly acquired knowledge.

As a special feature of the seminar, students will have the opportunity to experience "hands-on" companies placing sustainability at the core of its business strategy. Corporate representatives will share their experience and insights on specific sustainability issues, granting us a glimpse behind the "scenes" of their sustainability management tools and processes.

**Medienform:**

Presentations, slides, cases, links and further literature will be provided via [www.moodle.tum.de](http://www.moodle.tum.de)

**Literatur:**

Orsato, R. (2006):

Sustainability Strategies: When Does it Pay to be Green?

Hart, S. & Milstein, M. (2003):

Creating Sustainable Value. Academy of Management Executive, 2003, Vol. 17, No. 2

Dyllick, T., & Hockerts, K. N. (2002): Beyond the business case for corporate sustainability. Business Strategy and the Environment, 11: 130-141.

Belz, Frank-Martin and Peattie, Ken (2009): Sustainability Marketing: A Global Perspective, Chichester: Wiley, pp. 45-70 (M=Mandatory)

Meadows, D., Randers, J. and Meadows, D. (2004): Limits of Growth. The 30-Year-Update, White River Junction, VT: Chelsea Publishing. (M)

Von Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B. And Lovins, L.H. (1998): Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use (Introduction) (M)

Dahlsrud, A., (2006): How Corporate Social Responsibility is Defined: an Analysis of 37 Definitions, Corporate Social Responsibility and Environmental Management. Wiley InterScience (M)

Tidd, J. and Bessant, J. (2009): Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. John Wiley & Sons Ltd. England.

Tukker, A. (2004): Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet. Business Strategy and the Environment, 13(4), 246-260. (Mandatory reading)

Van Hemel, C.G. (1998): EcoDesign Empirically Explored, Chapter 2, The Design for Environment Strategy Wheel

**Modulverantwortliche(r):**

Belz, Frank-Martin; Prof. Dr. oec.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001122: Introduction to Business Law (MiM) | Introduction to Business Law (MiM) [BusLawMiM]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2017/18

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The final assessment will be held as a written exam of 120 minutes. The exam consists of two parts which count for approximately 50 per cent each and forming the overall mark.

In the first part of this exam, students will be asked theoretical questions. This will demonstrate to what extent they have memorized and understood principles of the law of contracts, torts, company law, IP and competition law. In the second part, students will also be asked to apply their knowledge to known and fictional cases. This demonstrates if students have developed the required legal analytical skills. Students also need to demonstrate their ability to apply their knowledge to fact settings not discussed in the lecture, and to evaluate the legal consequences.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

None

#### Inhalt:

This module covers the legal essentials of running a business in technology driven markets in Germany and in the European Union. It focuses on typical problems which entrepreneurs and employees might encounter in practice (scenario-based approach). Topics covered will be, inter alia, the formation and termination of contracts, selected types of contract (in particular, sale of goods), torts, property law, the law of business associations, intellectual property law, competition law.

**Lernergebnisse:**

At the end of this module students will be able

- (1.) to name and understand essentials of the legal framework for technology oriented businesses in Germany and in the European Union;
- (2.) to grasp and apply the legal principles regulating business activity, in particular regarding liability under tort, contract, company, intellectual property and competition law;
- (3.) to analyse legal implications of typical business situations and to identify their options;
- (4.) to present the results of their analysis in a written analysis.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture will cover the theoretical aspects of the module in a discussion with the lecturer. The exercise will focus on case studies. It will provide the opportunity to work individually or in groups on case scenarios (known and unknown), covering various issues of German and European law. The purpose is to repeat and to intensify the content discussed in the lecture and to review and evaluate legal issues from different areas of law in everyday situations. Students will develop the ability to present these findings in a concise and well-structured written analysis.

**Medienform:**

Presentations (PPT), Cases

**Literatur:**

Gerhard Robbers, "An Introduction to German Law", 6th edition 2016;  
additional reading material will be made available on the course Moodle site prior to the start of the semester.

**Modulverantwortliche(r):**

Maume, Philipp; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001125: Energy Markets II | Energy Markets II

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is based on a written exam (60 minutes), which has two parts and is open-book. The first part of the written exam ( $\leq 20\%$  of written exam) consists of multiple-choice questions, which tests the students' knowledge and understanding of the basic concepts and economic characteristics of energy markets.

The second part of the written exam ( $\geq 80\%$  of written exam) consists of open questions and calculations. Here students have to show that they can explain how to trade energy commodities in energy markets and interpret the role of energy grids and their regulation. In answering the open questions students demonstrate their ability to analyze business models of utilities and their ability to make business decisions regarding management and investment in the electricity market in response to a changing environment. . Students may use a non-programmable calculator.

Additionally students have the possibility to improve their test score by 10 percentage points through a voluntary midterm assessment. This involves successfully taking part in the browser-based business game offered during the exercise course. The results of the midterm assessment are used only if they improve the overall grade of the written exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in economics (competition) and industrial economics (market power, oligopoly, entrance barriers, transparency).

Modules:

- Energy Markets I
- Economics I (Microeconomics)
- Industrial Economics

**Inhalt:**

In continuation of the lecture "Energy Markets I", students gain an overview of the more fundamental concepts of energy markets (eg. renewable energy promotion schemes, energy trading in wholesale markets). Thereto, the course covers the topics of renewable electricity production, introducing energy trading, a case study of the fracking industry and energy grids/networks. Transmission grid management and expansion are considered as the significant topic of energy grids.

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of this module, students are able to (1) name and (2) summarize the concepts and economic characteristics of all relevant fields of energy markets. Further, they can (3) explain how to trade energy commodities in energy markets. They are able to (4) interpret the role of energy grids and their regulation. Finally, they can (5) apply the aforementioned concepts and theoretical foundations presented in the module. Students are able to (6) analyze business models of utilities and make business decisions regarding management and investment in electricity markets in response to a changing environment.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module combines various learning methods:

- Basic knowledge, theoretical concepts and practical examples are provided through the lecture.
- Students are encouraged to get additional background knowledge from scientific literature in private reading.
- In the exercise course, students play a browser-based business game. In the course of the business game, the students slip into the role of the Chief Executive Officer of a utility company.

**Medienform:**

Presentation, white board, exercises, business game

**Literatur:**

Bhattacharyya, S. (2011) Energy Economics – Concepts, Issues, Markets and Governance; Springer 2011.

Erdmann, G. / Zweifel, P. (2010) Energieökonomik – Theorie und Anwendungen; 2. Auflage; Springer 2010.

Ströbele, W. / Pfaffenberger, W. / Heuterkes, M. (2010) Energiewirtschaft – Einführung in Theorie und Politik; 2. Auflage; Oldenbourg 2010.

**Modulverantwortliche(r):**

Schwenen, Sebastian; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Energy Markets II

Energy Markets II (Exercise Course)

Prof. Dr. Florian Bieberbach

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001129: Marketing and Innovation Management (MiM) | Marketing and Innovation Management (MiM)

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The grading will be based on a written exam (120 min). By answering multiple choice questions students have to show that they have understood and can apply models and concepts related to markets aspects of innovation and to the organization of the innovation process. The questions also assess whether students can explain and analyze marketing basics (including key terms, theories, frameworks, the use of marketing strategies and marketing mix instruments, and their interrelationship with core concepts in marketing). The questions may require calculations. Students may use a non-programmable calculator to do these calculations.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

Market aspects of innovation:

- Innovation: Examples and particularities,
- Innovation and the development of industries,
- Sources of innovation,
- Innovation strategy: Analysis of the market, technology and competition,
- Acquisition of technology: Market, cooperation and networks



Organizing the innovation process:

- The innovation process within the firm,
- R&D, production and marketing,
- Cooperation for innovation?
- Motivation and incentive systems,
- Promoters and champions,
- Roles in the innovation process,
- Opposition against innovation within the firm,
- Integrating customers into the innovation process,
- Measuring and controlling innovation.

Marketing management:

- Principles of marketing,
- Marketing strategy and environment,
- Creating customer value, satisfaction, and loyalty,
- Information management and market research,
- Analyzing consumer and business markets,
- Competition and differentiation from competitors,
- Segmenting, targeting, and positioning,
- Creating and managing products and services, brand management,
- Pricing,
- Marketing communications, marketing channels, and service P's.

**Lernergebnisse:**

At the end of the module, students will be able to (1) recognize and apply models and concepts related to the market aspects of innovation (e.g., modes of acquisition of technology) and to the organization of the innovation process (e.g., promoters and champions in the innovation process), (2) identify how they can be concretely used in companies, (3) evaluate which models and concepts are most useful in a given situation, (4) remember and understand the key terms used in marketing (e.g., customer lifetime value, segmenting, targeting, and positioning, marketing mix instruments), (5) explain common marketing theories and frameworks (e.g., service-dominant logic, decision-making styles), (6) describe and justify the use of both marketing strategies and marketing mix instruments, and (7) relate the strategies and use of instruments to core concepts in marketing, such as customer-perceived value, satisfaction, and loyalty, and (8) evaluate existing innovation and marketing concepts in terms of their strengths and weaknesses in theory and practice.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module consists of two lecture series, each of which include two sessions held by guest speakers to refer to state of the art examples of marketing and innovation. Students will be asked to read the literature before the lecture and prepare for each lecture using texts and slides that are provided. Students will be enabled to relate the material to decision making in practice, by means of examples and cases. In a group project, students can elect to apply key innovation concepts and develop their own case examples, which will subsequently be shared in a wiki

format. Students will also be encouraged to discuss the material in online forums that are provided to the students between lectures.

**Medienform:**

Lecture slides are available via Moodle. Presentation slides, online discussion forum

**Literatur:**

- Afuah - Innovation Management. strategies, implementation, and profits
- Dodgson, Gann, Salter - The Management of Technological Innovation (Chapter 4)
- Teece - Profiting from Technological Innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy
- Stamm - Structured Processes for Developing New Products
- Hauschildt, Kirchmann - Teamwork for innovation - the "troika" of promoters
- Kotler/Keller/Brady/Goldman/Hansen (2012): Marketing Management, 2nd European ed., Pearson: Harlow.
- Kotler/Armstrong (2014): Principles of Marketing, 15th ed., Pearson: Harlow.
- Homburg (2015): Marketingmanagement. Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 5. Aufl., Gabler: Wiesbaden.

**Modulverantwortliche(r):**

Henkel, Joachim; Prof. Dr. rer. pol.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001131: Production and Logistics (MiM) | Production and Logistics (MiM)

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2016

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The assessment takes place in form of a written exam (120 min) at the end of the semester. In the exam students demonstrate that they are able to explain, discuss and critically evaluate various concepts of production management and logistics. Furthermore, they proof that they can apply the discussed quantitative approaches for operations and supply chain management, critically evaluate them and discuss the results. The answers involve own formulations, as well as calculations or mathematical modelling.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

#### Inhalt:

This is an introductory module, providing an overview on planning problems in (1) production and (2) logistics and on methods to solve these.

- (1) In the production part, students become acquainted with different planning hierarchies (strategic, tactical and operational) and the planning problems on the respective level:
- At the beginning, strategic planning problems such as site location planning are covered.
  - Then, in the tactical planning level, we discuss questions concerning the infrastructure of production systems.
  - In the second part of the lecture, operational planning decisions are treated.

- We introduce demand forecasting techniques and examine master planning problems.
- After giving attention to material requirements planning, we proceed to production planning issues where we focus on lot sizing questions, machine scheduling and sequencing in flow lines.

(2) The logistics part of the module discusses questions along the supply chain:

- Beginning with transport logistics and the corresponding planning problems on the determination of tours, routes and packing schemes.
- Afterwards, within the area of material logistics, inventory control policies and their extension to the stochastic case are elaborated.
- The strategic design of the logistics network is dealt with when talking about planning problems of supply chain management.
- Then, the interfaces to the predecessor resp. successor companies in the supply chain are explained. Within the procurement stage, methods for the selection of suppliers and within the distribution stage, the installment of a suitable distribution network and the processes in the warehouse are discussed.

In order to deal with the arising decision problems in production and logistics, simple heuristics as well as simple linear programming and mixed integer programming models are discussed and applied.

### **Lernergebnisse:**

At the end of the module the students will be able to:

- understand the relation between different planning problems in production and logistics
- analyze specific planning problems on the strategic, tactical and operational level in detail. Apply respective solution methods approaches. Understand how these solution methods are derived and motivated.
- understand the main problem settings in production and logistics planning and explain resulting strategic decision making and managerial tasks
- identify, quantify and evaluate the main economic trade-offs in decision making in production and logistics (e.g. holding vs. setup costs, costs vs. service) and their implication on supply chain performance.
- select and apply the solution approaches taught in this course to specific industry problem settings in production and logistics. Understand how the problem structure dictates the ideal solution framework.
- critically evaluate the theoretical frameworks and their potential applications
- analyze novel solution approaches for cross-disciplinary issues from industry

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture 'Production Management' will take place in form of a flipped classroom. The students will prepare the announced topic using the lecture material and the learning videos provided. During the classes, questions regarding the topic will be discussed and selected exercises are used to gain a deeper understanding of the prepared topic.

The lecture 'Logistics und Supply Chain Management' is a recorded class room lecture (Lecturio) and supported by tutorials. Students are expected to study the supplementary reading material

and use the video recordings of the lecture to gain a comprehensive understanding of the course content.

**Medienform:**

Presentations, Script (Production and Supply Chain Management), Recordings of lecture (Supply Chain Management)

**Literatur:**

Günther, H.O., Tempelmeier, H. (2012), Produktion und Logistik, 9. Auflage, Springer  
Ghiani, G., Laporte, G., Musmanno R. (2013), Introduction to Logistics Systems Management, 2. Aufl., Wiley

**Modulverantwortliche(r):**

Grunow, Martin; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001138: Investment and Financial Management (MiM) | Investment and Financial Management (MiM)

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The grading is based on a written exam with a duration of 120 minutes. To test whether the students acquired the theoretical basics in financial analysis and investment planning, multiple choice questions are asked, where they have to find the correct or incorrect statement among several alternative statements. By using a calculator and the formulary issued by the chair, the students for example have to analyze investment projects, create the optimal capital structure of projects or firms, evaluate bonds, stocks, or equity options to demonstrate their ability to apply financial tools based on finance theory and to critically analyze different problem sets which finally results in a context-based conclusion.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine

#### Inhalt:

The module will give students a broad understanding of the instruments to analyse and evaluate investment opportunities. Subsequent, a complete list of these methods:

- Financial Statement Analysis (balance sheet analysis, analysis of profit and loss account)
- Investment Analysis (net present value method, actuarial return)
- Capital Budgeting (determination of free cashflows, choosing between alternatives)
- Cost of Capital (equity costs, borrowing costs, capital costs)
- Capital Structure

**Lernergebnisse:**

Upon completion of this module students will be able to name and apply important measures of company performance indicators, create an optimal capital structure for companies and investment projects in a world without taxes (Modigliani-Miller) and with taxes (valuing the tax shield), which ultimately enables them to analyse and evaluate investment opportunities. Finally, students will be able to understand and analyse companies' investment decision making process and to create investment as well as capital budget plans. Furthermore, students will be able to remember and understand key theories of corporate finance and to apply fundamental methods of corporate finance which sets the fundamental basis for the overall module.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module will combine several learning methods.

- Weekly Lecture: Presentation of theoretical basics and applied examples, supported by slides. As a better learning effect is reached by a dynamic learning environment, the student can join in live surveys with onlineTED.
- Exercise available on several dates: Calculation of selected exercises from the set of exercises in small groups so the students can directly ask questions about the calculations.
- Set of exercises with applied examples for individual practising of exercises.

**Medienform:**

Presentations, exercises with solutions, onlineTED

**Literatur:**

Berk/DeMarzo, Corporate Finance, 3rd. Edition, Pearson.

**Modulverantwortliche(r):**

Braun, Reiner; Prof. Dr. rer. oec.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001172: Core Topic: Politics & Governance | Core Topic: Politics & Governance

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The grading is based on three exercises spread throughout the term. In these exercises students demonstrate their ability to understand and apply basic concepts, case studies and analytic tools from the fields of STS and Public Policy, and to systematically analyze complex problems using these concepts, case studies and tools, particularly with regard to current questions and policy debates.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

This module is offered as part of the core curriculum of the MCTS Master's programs and builds on knowledge that students from these M.A. programs have obtained in the winter term. However, it is also explicitly open to graduate students with other backgrounds who are interested in Science and Technology (S&T) Policy and wish to engage with questions of how S&T shape, and are being shaped by, politics and society. Interested students who are not part of the MCTS Master's programs must consult with the instructor in order to be admitted to the respective course.

#### Inhalt:

Students are provided with a graduate-level introduction to the key questions and issues facing societies at the increasingly important intersection between science, technology, and public policy. Students explore how science and technology (S&T) enter the policy process (and vice versa),



how changes in S&T pose questions that require political and public attention, and how S&T are being governed through political institutions. Among the range of topics covered are:

- What is the 'right' relationship between science, technology, and politics? What models exist? How does (scientific) 'truth' interact with (political) 'power'?
- How do different sources of public authority and legitimacy - politics, expertise, the law, and the market - relate to one another in the context of S&T? What conflicts exist among them?
- How is political decision-making possible in light of scientific controversies and irreducible risks?
- How do organizations at the interface between science and politics work?
- What is the role of 'the public' in S&T policy?
- Why do societies fund science? How do they govern it?
- Do technologies have inherent political or ethical properties?
- How do we envision the world through S&T? How do these visions relate to national political cultures?
- How do societies cope with unavoidable technological risk, failures, and disasters?
- How much should we rely on models? What is the role of models in the policy process?

Over the course of the semester, students acquire knowledge on a range of concepts and analytic lenses from the fields of Science and Technology Studies (STS) and Public Policy that help them deal with complex questions surrounding the politics of science and technology, identify fundamental patterns and recurring tensions in S&T policy, and speak about them with confidence in the context of their own research. In particular, students are encouraged to take and defend a normative position on the questions and cases they encounter during the class. Case studies draw upon a range of S&T sub-domains, including climate change, environmental regulation, nuclear power, biotechnology, AIDS activism, military technology, geoengineering, and space.

One of the central themes of the module and the starting point for discussions is the idea of a 'rational' policy process - i.e. finding 'optimal' solutions for well-defined problems using unambiguous scientific evidence, and implementing these solutions with the precision of a 'social engineer' - which is contrasted with the ideal, an open, deliberative political process that accommodates a plurality of values, opinions, and life choices. This fundamental tension of technocratic vs. deliberative politics is traced throughout a wide range of S&T policy problems and sites.

### **Lernergebnisse:**

On completion of this module students

- understand and are able to apply basic concepts and analytic tools from the fields of STS and Public Policy (e.g. deliberative vs. technocratic policy approaches, expertise and other sources of legitimacy in decision-making, scientific controversies, boundary work)
- can systematically analyze complex problems using these concepts and tools, particularly with regard to current questions and policy debates at the interface of science, technology, society, and public policy (e.g. trade-offs between competing values in science policy, public engagement in scientific and technological controversies, governing scientific input into science policy decision-making, technology design ethics, responsible research and innovation)

- have knowledge of a range of classical STS and Policy case studies and are able to draw parallels to current events and discussions (e.g. nuclear power, TTIP, biotechnology, infrastructure development)
- have basic knowledge of current research topics and methods in STS and Public Policy

**Lehr- und Lernmethoden:**

This module follows a hybrid seminar-lecture format in which students receive lecture-style input to obtain a systematic overview of specific topics and issues, and engage in extensive in-class discussions with their peers to learn how to reflect and position themselves with regard to these issues and to systematically analyze complex problems. Lectures and discussions are based on assigned readings, which are provided to students in a course description at the beginning of the term. A key part of the instruction is hence based on the close reading of assigned texts and case studies, and the reflection/interpretation of the arguments contained therein. Moreover, the module uses regular exercises to assess learning progress and practice the application of course content to real-life cases.

**Medienform:**

Reader (literature provided in course moodle), slidepresentations; flipcharts; video clips; newspaper articles and blogs

**Literatur:**

- Hal K. Colebatch (2009). Policy. 3rd Edition. Berkshire, England: Open University Press. Chapter 2 ('What's the Idea?'), pp. 7-22; Chapter 4 ('What is it for?'), pp. 42-54.
- Deborah Stone (2012). Policy Paradox: The Art of Political Decision Making. 3rd Edition. New York, NY: W. W. Norton & Company. Preface, Chapters 1-3 ('The Market and the Polis,' 'Equity,' 'Efficiency'), Chapter 5 ('Liberty').
- Alvin M. Weinberg (1972). 'Science and Trans-Science.' Minerva, 10(2), pp. 209-222
- Daniel Sarewitz (1996), Frontiers of Illusion. Philadelphia: Temple University Press. Ch. 5 ('The Myth of Authoritativeness'), pp. 71-96.
- Sheila Jasanoff (2005). 'Law's knowledge: Science for justice in legal settings.' American Journal of Public Health, 95(1), pp. 49-58.

Plus additional literature specified at the beginning of the course

**Modulverantwortliche(r):**

Pfotenhauer, Sebastian; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001185: Entrepreneurial, Strategic, and International Management | Entrepreneurial, Strategic, and International Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The grading of the module is based on a written exam (120 Minutes). First, the written form of the exam allows a comprehensive assessment of students' knowledge and understanding of the basic principles of entrepreneurship. They will answer questions about the concepts explaining the mindset of entrepreneurial individuals and the management of entrepreneurial firms as introduced in the lecture. They will also answer questions about basic definitions of specific types of entrepreneurship and entrepreneurial behavior. Second, the written exam requires students to show their ability to reproduce fundamental knowledge about strategic and international management by answering questions about theories, models and methods related to management as well as strategies of multinational enterprises. The exam also assesses students' ability to understand the fundamentals of strategic and international management as well as to identify and analyze challenges and problems of multinational firms because they will answer questions related to management concepts, stakeholder management, finance, market entry of firms etc. The written exam will include single choice questions. Resources such as books, course slides, personal notes, etc. are not allowed to answer the questions.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

### **Inhalt:**

Entrepreneurship provides students with knowledge of the theoretical concepts and models of entrepreneurship. The set up of this first part is twofold:

(1) Students will acquire in-depth theoretical knowledge on:

- Definitions, regional aspects, and special forms of entrepreneurship in a complex and uncertain environment
- Entrepreneurial individuals, including their personality, creativity, idea development, cognition, opportunity recognition, decision making, and affect
- Entrepreneurial firms, including their growth strategies, strategic alliances, and resources.

(2) Beyond that, students will engage in break out group workshops to personally experience the process of opportunity recognition and development. In these workshops they will work in teams and apply theoretical models from academic literature to real world entrepreneurial problems.

Furthermore, students give presentations to the audience and discuss their results.

Strategic and international management targets long term decisions and the sustainable development of the company. In the course of globalization, it is crucial to consider the international dimension of management. Strategic and international management skills are not only important in the management of companies that are doing business across borders, but also within single business functions when shaping competitive strategy. In detail, this module discusses the following aspects:

- Foundations of management
- Stakeholders, objectives, and governance
- Strategic decision making and performance
- Strategy analysis
- Competitive strategies
- Strategy implementation

### **Lernergebnisse:**

First, students will know and be able to explain basic concepts of entrepreneurship including basic definitions, psychological processes and characteristics of the person of the entrepreneur, and potential development paths of young firms. Second, students will transfer this basic knowledge to real world cases. Thus, students will be able to solve entrepreneurial problems in real world settings drawing on theoretical frameworks of the entrepreneurial process. Third, upon successful completion of this module, students are able to understand and reproduce fundamental knowledge about the management of multinational enterprises. Fourth students are able to explain and apply theories, models and methods related to international management as well as strategies of multinational enterprises. Finally, students are able to identify and analyze challenges and problems in multinational enterprises respectively; they are able to develop and outline solution approaches by applying theoretical concepts.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

The module will combine several learning methods.

- The basic knowledge as well as real world examples will be provided through lectures. Lectures will be done in class as well as in form of online lectures and interactive in-class lectures and online feedback sessions.
- During the lectures relevant concepts, approaches, theories, and empirical studies in the fields of entrepreneurship, strategic and international management are introduced and discussed.
- Discussions in the lecture and active participation are encouraged and will contribute to deepen the understanding of the concepts, theories and methods introduced as well as application to practical examples and case studies.
- Students will get additional background knowledge from the academic literature in private reading. The self-study of literature is part of the whole module.
- Moreover, students are encouraged to engage in individual exercises and small group assignments in order to look deeper into the course contents.

### **Medienform:**

Presentations, exercises, case studies, online materials, Online video material (download)  
Digitally retrievable script (download)  
International academic literature (English)

### **Literatur:**

Entrepreneurship:

Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2010). Entrepreneurship (8th ed.). New York: McGraw-Hill.

Read, S., Sarasvathy, S., Dew, N., Wiltbank, R. & Ohlsson, A.-V. (2010). Effectual Entrepreneurship. New York: Routledge Chapman & Hall.

Strategic and International Management:

Cyert, R.M., March, J.G. (1963). A Behavioral Theory of the Firm. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. Chapter 3 "Organizational Goals".

Drucker, P. M., (1954). The practice of management. New York: Harper. Chapter 1-3.

Freeman, R.E. (1994). Strategic Management: A Stakeholder Approach. Cambridge: Cambridge University Press, Chapter 1 "The stakeholder approach".

Hambrick, D.C. & Fredrickson, J.W. (2005). Are you sure you have a strategy? Academy of Management Executive, 19(4), 51-62.

Johnson, G., Whittington, R., Scholes, K. (2014). Exploring Strategy. Text and Cases. Harlow: Pearson. Chapter 13, 430-461.

Noorderhaven, N. (1995). Strategic decision making. Addison-Wesley: 162-174.

Peng, M., Meyer, K., (2011). International Business. London: Cengage Learning. Chapter 1 and Chapter 12, 359-387.

Porter, M. (1996) What is Strategy? Harvard Business Review, No. 6, 61-78.

Rothaermel, F.T. (2013). Strategic Management, New York: Mc Graw-Hill. Chapter 1.

Van Horne, J.C., Wachowicz, J.M. (2008). Fundamentals of Financial Management, Edinburgh Gate: Pearson Education Limited, 13th edition. Chapter 1, 6, 15.

**Modulverantwortliche(r):**

Breugst, Nicola; Prof. Dr. rer. pol.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Entrepreneurship (WIHN1185) (MiM Campus Heilbronn) (Vorlesung, 2 SWS)

Bird M, von Nitzsch J

Entrepreneurship (WI000984, WI900005, WI001185) (Vorlesung, 2 SWS)

Breugst N ( Federl S, Stratz L )

Strategic International Management (WIHN1185) (MIM Campus Heilbronn) (Vorlesung, 2 SWS)

Dlouhy K

Strategic and International Management (WI001114, WI900012, WI001185) (Master) (Vorlesung, 2 SWS)

Hutzschenreuter T [L], Hutzschenreuter T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001204: Economics of Water Use, Regulation and Markets | Economics of Water Use, Regulation and Markets

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In a written examination at the end of the semester of 120 mins (in class), students will demonstrate the ability to understand and analyze concepts and methodological approaches related to water resource management using economic terminology, and the ability to apply mathematical tools to solve specific calculus problems. A written exam is necessary in order to assess the holistic understanding and analytical competencies of the students. Students will have to option to give an in-class presentation (~15 min) of a paper related to water resource economics that they will choose from a list of references provided by the instructor. The in-class presentation (mid-term assignment) is optional and improves the final grade by 0,3. The extra credit from the in-class presentation cannot be transferred in the case of re-examination.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Students taking this course should be familiar with the basics of microeconomics as well as mathematical economics (derivatives, basic function integrals and graphs). However, all necessary concepts will be introduced before application.

#### Inhalt:

The course will examine the incentives that lead to overexploitation of water resources and how altering these incentives can promote socially optimal use patterns. The course will also provide the students with a set of analytical tools that can be used to work on water issues or natural resource issues more broadly.

Those topics are:

1. Introduction and Economics Basics
2. Agricultural Water Use  
(water rights, agricultural water use efficiency and productivity, land allocation, technology choice, environmental quality)
3. Residential Water Use
4. Water, Land Use and Environmental Aspects of Biofuel Production
5. Other Approaches to Value Water  
(hedonic modelling, experimental economics, nonmarket valuation approach)
6. Intertemporal and Interregional Aspects of Water
7. Water Markets Around the World  
(Europe, China, USA)

### **Lernergebnisse:**

This course is designed to introduce students to the subject of water economics.

Upon successful completion of the module, students will be able to:

- understand the basic concepts and economic models used to study the economics of water resources issues.
- select and apply the appropriate economic model to solve water policy problems as for example producer's profit or consumer's utility maximization.
- provide economic intuition for mathematical answers to water management problems.
- apply models to address a wide range of water resource problems and assess the economic effects of decision making process at different levels based either on the water demand or the water supply side of the economy.
- critique journal articles pertaining to economics of water resources.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretical concepts and example exercises will be given by the lecturer on the blackboard and by PowerPoint presentations to build the required knowledge base in water resource economics. Q&A sessions at the beginning of each lecture will be provided to recapitulate the previous lecture. In addition, under the supervision and help of the lecturer, in-class application exercises will be used to create real-world water management problems for which students in randomly assigned groups will create and solve problems. Discussion of relevant scholarly articles and literature will be used to aid understanding of the topic covered.

### **Medienform:**

Presentation slides, Blackboard, hand-outs, Moodle course to provide materials (pdf of papers to read)

### **Literatur:**

Auffhammer, M. et al., "The Value of Supply Reliability in Urban Water Systems," Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, Working paper.

Caswell, M. & D. Zilberman, "The Effects of Well Depth and Land Quality on the Choice of Irrigation Technology," American Journal of Agricultural Economics 68(1986): 798-811.



Chong, H. & D. Sunding, "Water Markets and Trading," Annual Review of Environment and Resources 31(2006): 239-264.

Gisser, M., "Groundwater: Focusing on the Real Issue," Journal of Political Economy 91(1983): 1004-1027.

Green, G. et al., "Explaining Irrigation Technology Choices: A Microparameter Approach," American Journal of Agricultural Economics 78(1996): 1064-1072.

Renwick, M. & R. Green, "Do Residential Demand Side Policies Measure Up? An Analysis of Eight California Water Agencies," Journal of Environmental Economics and Management 40(2000): 37-55.

Zilberman, D. et al., "Changes in Water Allocation Mechanisms for California Agriculture," Contemporary Economic Policy 12(1994): 122-133.

The list will be expanded and updated using material from a variety of textbooks and journal papers corresponding to each of the topics.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Johannes Sauer Jo.sauer@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001223: Challenges in Energy Markets | Challenges in Energy Markets

*Global power plant projects in a changing energy market*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2020/21

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The module examination is based on a written exam (60 minutes), which has two parts. The first part ( $\leq 20\%$ ) consists of multiple-choice questions, which test the students' understanding and basic knowledge of global energy markets, energy projects and manufacturers of energy technologies. The second part ( $\geq 80\%$ ) consists of open questions, where students have to show their ability to analyze and evaluate global energy projects, current developments and the challenges for manufacturers of energy technologies, including the successful execution of large-scale power plant projects. Students moreover have to apply their ability to compare various financing models for different power plant types. Further, they have to apply theoretical concepts presented in the lecture.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

None

#### Inhalt:

In the course of this module, students gain an overview of global power plant projects in a changing energy market. The module covers the following topics: general expectations for the energy market up to 2030; mix of power generation technologies; execution of energy projects into themes of project management; case studies for individual stages of project execution, challenges

and project risks; financing models of energy projects; supply chain management - exemplified by various power plant technologies; methods to implement innovation.

**Lernergebnisse:**

After completion, students are able to analyze the fundamental changes taking place in the worldwide energy markets, the specific challenges, and the competitive environment. Further, they are able to outline how large-scale power plant projects are planned and successfully executed. They can also compare various financing models for the different types of power plants. Furthermore, they can analyze the importance of supply chain management for manufactures of various power technologies. Moreover, they can differentiate between various methods for implementing innovations. Finally, they are able to apply theoretical concepts to energy markets and manufacturers of energy technologies.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The module is delivered through lecture and combines various learning methods:

- Basic knowledge, theoretical concepts and practical examples regarding energy markets are provided through the lecture.
- Controversial discussions and active participation in class are encouraged to deepen understanding of the contents presented.

**Medienform:**

Presentation, Exercises

**Literatur:**

- Burger, M.; Graeber, B.; Schindlmayr, G.: Managing Energy Risk: An Integrated View on Power and Other Energy Markets. John Wiley & Sons, 1st Edition, 2007.
- Erdmann, G.; Zweifel, P.: Energieökonomik – Theorie und Anwendungen. Springer, 2. Auflage, 2010.
- International Energy Agency, World Energy Outlook
- Konstantin, P.: Praxisbuch Energiewirtschaft. Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt. Springer, 2. Auflage, 2009.
- Schiffer, H.-W.: Energiemarkt Deutschland. TÜV-Media, 11. Auflage, 2010.
- Yergin, D.: The Quest-Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, 2012.

**Modulverantwortliche(r):**

Schwenen, Sebastian; Prof. Dr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Challenges in Energy Markets (WI001223) (Vorlesung, 2 SWS)

Schwenen S [L], Birnbaum L, Gorski V

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1082: Fischbiologie und Aquakultur | Fish Biology and Aquaculture

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                                        |                              |                                          |                                      |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>82 | <b>Präsenzstunden:</b><br>68         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit einer 30-minütigen mündlichen oder einer 90-minütigen schriftlichen Prüfung abgeschlossen. Die Art der Prüfung hängt von der Teilnehmerzahl am Modul ab und wird vom Dozenten zu Semesterbeginn bekannt gegeben.

Die Klausurnote bildet die Gesamtnote des Moduls und erstreckt sich über alle Bereiche der Vorlesungen und der Übung. In der Klausur wird von den Studierenden nachgewiesen, dass sie in der Lage sind unterschiedliche theoretische Grundlagen der Fischbiologie und der Aquakultur ohne Hilfsmittel abzurufen. Sie beantworten Verständnisfragen zu den in der Vorlesung behandelten Themenfeldern und geben zugrundeliegende Definitionen wider. Das Beantworten der Fragen erfordert eigene Formulierungen. Wird die Modulleistung in Form einer mündlichen Prüfung erbracht, soll in dieser nachgewiesen werden, dass die Studierenden funktionelle Zusammenhänge verstanden haben und die Anwendungen in der Gewässernutzung und Aquakultur veranschaulichen können. Die Gesamtnote setzt sich 1:1 aus den Prüfungsteilen Fischbiologie und Aquakultur zusammen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen in Zoologie und Ökologie; Thematisches Interesse

#### Inhalt:

a) Fischbiologie: Grundlagen der Fischbiologie (Evolution, Systematik, Anatomie, Physiologie, Ernährung); wissenschaftliche Methoden der Fischbiologie (z.B. Altersbestimmung,

Elektrobefischung); Gewässerökologie und Aquatische Biodiversität; Einfluss der Fischerei und Gewässernutzung auf aquatische Ökosysteme

b) Aquakultur: Einführung in wirtschaftlich bedeutende Arten der Aquakultur; Grundlagen der Ernährungsphysiologie und Fischhaltung; Produktionssysteme (Schwerpunkt Salmoniden und Cypriniden); Beispiele der internationalen Aquakultur; Produktqualität; Ökologische Bewertung

### **Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul kennen die die theoretischen Grundlagen der Fischbiologie und Aquakultur und sind in der Lage:

- wissenschaftliche Methoden der Fischbiologie zu beschreiben
- Gewässernutzung nach fischökologischen Aspekten zu verstehen und zu diskutieren
- wichtige Aquakultur-Produktionssysteme zu beschreiben
- Aquakultur-Produktionssysteme nach tierphysiologischen, qualitativen, ökonomischen und ökologischen Aspekten zu klassifizieren

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul setzt sich aus der Vorlesung Fischbiologie und der darin enthaltenen Übung sowie der Vorlesung Aquakultur zusammen.

Die theoretischen Grundlagen werden in der Vorlesung mittels Präsentationen und Vorträgen vermittelt. Zusätzlich gibt es eine in der Vorlesung enthaltene Übungsveranstaltung, in der Grundlagen zur Fischanatomie, Fischreproduktion und Gewässerbiologie anhand von ausgewählten Beispielen demonstriert und von den Studierenden praktisch geübt werden. Literaturhinweise erleichtern den Einstieg in die Nachbereitung und Vertiefung des Lernstoffs.

### **Medienform:**

Power-Point Präsentation, Tafel, Flip-chart, Handzettel, Fallbeispiele, praktische Übungen / Demonstrationen

### **Literatur:**

P.B. Moyle & J.J. Cech: An introduction to ichthyology; Benjamin-Cummings Publishing, 2003; W. Schäperclaus & M. von Lukowicz: Lehrbuch der Teichwirtschaft; Parey Verlag; 1998; G.S. Helfman: Fish Conservation: A Guide to Understanding and Restoring Global Aquatic Biodiversity and Fishery Resources; Island Press; 2007; C.D. Webster & C.E. Lim: Nutrition requirements and feeding of finfish for aquaculture; CABI Publishing; 2002

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Jürgen Geist – Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie [geist@tum.de](mailto:geist@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Fischbiologie (Vorlesung, 2 SWS)

Geist J

Aquakultur (Vorlesung, 2 SWS)

Geist J, Wedekind H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1171: Klimabedingte Herausforderungen für Abwasserbiologie und Ingenieurökologie | Climate change related challenges in sewage treatment biology and engineering ecology

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer 60-minütigen schriftlichen Prüfung. Anhand der Prüfung zeigen die Studierenden, dass sie zentrale Faktoren und Prozesse des Gewässerschutzes verstehen, die Ingenieurökologie im Hinblick auf biologische Abwasserreinigung und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität verstehen, biologische und naturnahe Abwasserreinigungssystemen bewerten können, wichtige Analysemethoden in der Abwasserreinigung verstehen sowie den Einfluss des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen verstehen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Thematisches Interesse; Grundkenntnisse der biologischen Abwasserreinigung wären hilfreich, das Belegen anderer Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Aquatischen Ökologie wird empfohlen

#### Inhalt:

Das Modul umfasst folgende Inhalte:

- Grundlagen des Gewässerschutzes (Gesetzgebung, Wasserrahmenrichtlinie, Geschichte und Entwicklung der biologischen Abwasserreinigung, Hygiene),
- Grundlagen Klimawandel (Klimapolitik in Bayern, EU, global, Klimaanpassungsforschung, Mitigation und Adaptation),

- Biologie der Abwasserreinigung (Mikroskopisches Bild, Nährstoffkreisläufe),
- Ingenieurökologie (Verfahren der technischen Abwasserreinigung, Abhilfemaßnahmen bei Betriebsstörungen anhand biologischer Indikatoren, Verfahren der naturnahen Abwasserreinigung, innovative Verfahren, wie Hygienisierung, Bioakkumulation, Biofiltration, Membranbelebung),
- Strategien und Methoden zum Schutz aquatischer Ökosysteme in Kläranlagen (Nährstoffe, Arzneimittelreste);
- Analytik und Untersuchungsmethoden bei der biologischen Abwasserreinigung

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- zentrale Faktoren und Prozesse des Gewässerschutzes zu verstehen;
- Ingenieurökologie im Hinblick auf biologische Abwasserreinigung und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität zu verstehen;
- biologische und naturnahe Abwasserreinigungssystemen zu bewerten;
- nachhaltige Schutzkonzepte für Gewässer zu entwickeln und zu bewerten;
- wichtige Analysemethoden in der Abwasserreinigung zu verstehen;
- den Einfluss des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung, einem Seminar und zwei Tagesexkursionen.

In der Vorlesung werden die zentralen Faktoren und Prozesse des Gewässerschutzes, die Ingenieurökologie im Hinblick auf biologische Abwasserreinigung und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität sowie der Einfluss des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen in Form von Vorträgen mit Powerpoint vorgestellt.

Im Seminar werden mit den Studierenden aktuelle Themen zu Klimaschutz, Ingenieurökologie und Abwasserbiologie besprochen und diskutiert. In den Exkursionen bekommen die Studierenden vor Ort einen Einblick in technisch-biologische Großkläranlagen mit Labor (Mikroskopisches Bild), in naturnahe Abwasserreinigungsanlagen sowie in die Kanalisation München.

### **Medienform:**

Power-Point Präsentation, Tafel, Fallbeispiele, Exkursion / Demonstrationen

### **Literatur:**

Mudrack & Kunst: Biologie der Abwasserreinigung; Hacker & Johannsen: Ingenieurbiologie; Schönborn: Fließgewässerbiologie; Shilton eds.: Pond Treatment Technology; Janke: Umweltbiotechnik; Wissing: Abwasserreinigung in Pflanzenbeeten; BayLfU eds., Informationsbericht 1/99: Das Mikroskopische Bild bei der aeroben Abwasserreinigung, Schönwiese: Klimatologie; Handouts

### **Modulverantwortliche(r):**

Geist, Jürgen; Prof. Dr. rer. nat.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**



Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1171: Klimabedingte Herausforderungen für Abwasserbiologie und Ingenieurökologie | Climate change related challenges in sewage treatment biology and engineering ecology

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer 60-minütigen schriftlichen Prüfung. Anhand der Prüfung zeigen die Studierenden, dass sie zentrale Faktoren und Prozesse des Gewässerschutzes verstehen, die Ingenieurökologie im Hinblick auf biologische Abwasserreinigung und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität verstehen, biologische und naturnahe Abwasserreinigungssystemen bewerten können, wichtige Analysemethoden in der Abwasserreinigung verstehen sowie den Einfluss des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen verstehen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Thematisches Interesse; Grundkenntnisse der biologischen Abwasserreinigung wären hilfreich, das Belegen anderer Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Aquatischen Ökologie wird empfohlen

#### Inhalt:

Das Modul umfasst folgende Inhalte:

- Grundlagen des Gewässerschutzes (Gesetzgebung, Wasserrahmenrichtlinie, Geschichte und Entwicklung der biologischen Abwasserreinigung, Hygiene),
- Grundlagen Klimawandel (Klimapolitik in Bayern, EU, global, Klimaanpassungsforschung, Mitigation und Adaptation),

- Biologie der Abwasserreinigung (Mikroskopisches Bild, Nährstoffkreisläufe),
- Ingenieurökologie (Verfahren der technischen Abwasserreinigung, Abhilfemaßnahmen bei Betriebsstörungen anhand biologischer Indikatoren, Verfahren der naturnahen Abwasserreinigung, innovative Verfahren, wie Hygienisierung, Bioakkumulation, Biofiltration, Membranbelebung),
- Strategien und Methoden zum Schutz aquatischer Ökosysteme in Kläranlagen (Nährstoffe, Arzneimittelreste);
- Analytik und Untersuchungsmethoden bei der biologischen Abwasserreinigung

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- zentrale Faktoren und Prozesse des Gewässerschutzes zu verstehen;
- Ingenieurökologie im Hinblick auf biologische Abwasserreinigung und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität zu verstehen;
- biologische und naturnahe Abwasserreinigungssystemen zu bewerten;
- nachhaltige Schutzkonzepte für Gewässer zu entwickeln und zu bewerten;
- wichtige Analysemethoden in der Abwasserreinigung zu verstehen;
- den Einfluss des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen zu verstehen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung, einem Seminar und zwei Tagesexkursionen.

In der Vorlesung werden die zentralen Faktoren und Prozesse des Gewässerschutzes, die Ingenieurökologie im Hinblick auf biologische Abwasserreinigung und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität sowie der Einfluss des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen in Form von Vorträgen mit Powerpoint vorgestellt.

Im Seminar werden mit den Studierenden aktuelle Themen zu Klimaschutz, Ingenieurökologie und Abwasserbiologie besprochen und diskutiert. In den Exkursionen bekommen die Studierenden vor Ort einen Einblick in technisch-biologische Großkläranlagen mit Labor (Mikroskopisches Bild), in naturnahe Abwasserreinigungsanlagen sowie in die Kanalisation München.

### **Medienform:**

Power-Point Präsentation, Tafel, Fallbeispiele, Exkursion / Demonstrationen

### **Literatur:**

Mudrack & Kunst: Biologie der Abwasserreinigung; Hacker & Johannsen: Ingenieurbiologie; Schönborn: Fließgewässerbiologie; Shilton eds.: Pond Treatment Technology; Janke: Umweltbiotechnik; Wissing: Abwasserreinigung in Pflanzenbeeten; BayLfU eds., Informationsbericht 1/99: Das Mikroskopische Bild bei der aeroben Abwasserreinigung, Schönwiese: Klimatologie; Handouts

### **Modulverantwortliche(r):**

Geist, Jürgen; Prof. Dr. rer. nat.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1590: Climate Change Economics | Climate Change Economics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2014/15

|                               |                              |                                          |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

There will be a written exam (Klausur) of 90 minutes at the end of the semester. The students will be asked to demonstrate, within the stipulated amount of time using predefined methods and resources, their ability to outline the challenges climate change poses to regulators, propose pragmatic solutions and strategies as well as ways of implementing them. This would be based on the competences acquired from the relevant literature of economic modeling, theories of climate change and their understanding from the course content. The written exam is an appropriate assessment method to evaluate the degree to which the students understand the theoretical framework of climate change implications as well as provides an opportunity for them to put forward arguments based on existing theory.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge:

- Micro Economics (Welfare Economics)
- Environmental Economics
- Resource Economics

#### Inhalt:

This course covers the trends in current and future climate change and their effects on economic and social outcomes.

The lectures are divided into ten sessions:

1. Introduction to the Basic Science of Climate Change

- The students will learn about the scientific themes of global climate change and the economic dimension of the phenomenon.

2. Basic Economics

- The students will learn how a market economy can be efficient and socially optimal as well as about the prospects of externality.

3. Optimal Emission Levels

- The students will learn of the optimal abatement path and its uncertainty with respect to damages as well as Integrated Assessment Models (IAMs).

4. Intra-generational equity in climate policy

- The students will learn about how to account for equity across space (intergenerational equity) when deriving optimal emission levels.

5. International Environmental Agreements

- The students will learn about the dynamics behind common strategies towards achieving some form of optimal emission level.

6. Policy Instruments

- The students will learn about diverse instruments such as quality-based approach and Pigouvian Tax.

7. Regulation via Prices vs. Quantities

- The students will learn what circumstances will a regulator prefer prices over quantities and vice versa.

8. Credit-based Mechanisms

- The students will learn about how to deal with countries that do not want to commit, but have a high potential for low-cost reductions.

9. German Climate Policy

- The students will learn about German Climate Action - strategies and policies

10. European Union Emission Trading Scheme - EU ETS

**Lernergebnisse:**

After successfully completing the module, students are able to:

- Evaluate and formulate economic models related to climate change.
- Apply theoretical model to climate change regulations as well as policies that affect emission levels.
- Analyze the complexity, uncertainty and possibilities associated with optimal emission level.
- Apply appropriate instruments for optimal emission level that are efficient and cost-effective.
- Understand climate negotiations (club) and climate action strategies are currently being implemented.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The course mainly consists of lectures (4 SWS). The lecture will provide a foundation upon which to build the ensuing discussions on climate change issues from an economic perspective. The content of the module is expected to be transferred to the students in an interactive learning manner were, among others, emission reduction instruments are scrutinized. This encourages the students to independently and self-reliantly study the literature guided by a structured framework.

**Medienform:**

PowerPoint, flipchart, internet portals, online reports etc.

**Literatur:**

Bréchet, T., & Eyckmans, J. (2009). Coalition theory and integrated assessment Modelling: Lessons for climate governance. *Global Environmental Commons: Analytical and Political Challenges in Building Governance Mechanisms*.

Rohling, M., & Ohndorf, M. (2012). Prices vs. quantities with fiscal cushioning. *Resource and Energy Economics*, 34(2), 169-187.

MacKenzie, I. A., & Ohndorf, M. (2012). Optimal monitoring of credit-based emissions trading under asymmetric information. *Journal of regulatory economics*, 42(2), 180-203.

Hake, J. F., Fischer, W., Venghaus, S., & Weckenbrock, C. (2015). The German Energiewende—history and status quo. *Energy*, 92, 532-546.

Climate Action Plan 2050 Principles and goals of the German government's climate policy. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pools/Broschueren/klimaschutzplan\\_2050\\_en\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/klimaschutzplan_2050_en_bf.pdf)

EU ETS Handbook. [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/ets\\_handbook\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/ets_handbook_en.pdf)

**Modulverantwortliche(r):**

Sauer, Johannes; Prof. Dr. agr.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1821: Natural Resources - Traits, Management and Theory of Sustainability | Natural Resources - Traits, Management and Theory of Sustainability

*Natural Resources - Traits, Management, Theory of Sustainability*

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2015

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>80 | <b>Präsenzstunden:</b><br>70         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The intended learning outcomes as defined below require a differentiated way of examination. A written exam at the end of the semester will test whether the students sufficiently understand sustainability concepts and their connection to specific resources. As a midterm course achievement, external lecturer Dr. Savage offers the students topics for writing short reports about current global resource management problems as a homework, where they should show their ability to research and structure information and to identify crucial information gaps. Successful performance will improve the exam grade by 0.3.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

None

#### Inhalt:

The module is intended to be a leitmotif during the first semester.

It consists of three basic units:

Unit 1 introduces the theory and the history of sustainability, supplemented by introducing interdisciplinary method knowledge.



Unit 2 introduces important natural resources, their specific traits in combination with sustainability challenges.

Unit 3 discusses case studies from interdisciplinary real-world-implementations.

Lecturers change during the semester. Each lecture is given by an expert in the specific field.

**Lernergebnisse:**

At the end of the module the students understand the most important theories and perceptions of sustainable resource management as well as traits and challenges connected with essential natural resources. Moreover, they are able to apply this knowledge for critically questioning given real-world situations. This comprises the ability to assess strengths and weaknesses of given problem solution approaches (as presented in the media or specialist literature), and to outline possible approaches if confronted with a resource management problem.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Depending on each lecture's specific contents and due to the modules' interdisciplinary character, teaching methods combine classic presentations, blended learning and group work.

**Medienform:**

presentations, worksheets, simulation models

**Literatur:**

Recommended up-to-date readings are supplied by the specific lecturers

**Modulverantwortliche(r):**

: Dr. Peter Biber – Lehrstuhl für Waldwachstumskunde; Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising; 08161/ 71- 4708; Peter.Biber@lrz.tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Natural Resources - Traits, Management, Theory of Sustainability (Vorlesung, 5 SWS)

Biber P [L], Biber P, Fischer A, Grambow M, Häberle K, Kainz M, Kasperidus H, Knoke T, Kohlpaintner M, Kunkowski T, Menzel A, Müller J, Pretzsch H, Savage C, Schad P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ1825: Bodenkunde | Soil Science

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                                 |                              |                                          |                                                         |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig   | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5           | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>75 | <b>Präsenzstunden:</b><br>75                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer benoteten Klausur (120 min) erbracht, zu der keine Hilfsmittel zugelassen sind. Die Studierenden zeigen, dass sie die grundlegenden Eigenschaften der Böden kennen und die Kausalbeziehungen zwischen diesen verstanden haben. Sie kennen die wichtigsten menschlichen Eingriffe in den Boden und können die Folgen dieser Eingriffe für die Funktionalität der Böden bewerten. Sie zeigen, wie man anhand von Bodenprofilen unter Anwendung der Grundlagenkenntnisse Böden beschreiben, ihre Entstehung ableiten und ihre ökologischen Eigenschaften bewerten kann.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse in Naturwissenschaften, insbesondere Chemie.

#### Inhalt:

- Bodenkundliche Grundbegriffe,
- anorganisches und organisches Ausgangsmaterial,
- Prozesse der Umwandlung,
- chemische, physikalische und biologische Eigenschaften der Böden,
- Bodengenese,
- Bodentypenlehre,
- anthropogene Böden,
- Bodendegradation (Verdichtung, Erosion),
- Stoffkreisläufe,

- Bodenschutz,
- Bodenbeschreibung,
- Bodenklassifikation,
- Bodenbewertung.

### **Lernergebnisse:**

Nach dem erfolgreichen Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Entstehung von Böden und die kausalen Zusammenhänge zwischen ihren verschiedenen Eigenschaften zu verstehen. Sie können die Eingriffe des Menschen in die Funktionalität der Böden bewerten. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Böden anhand von Bodenprofilen im Gelände zu beschreiben und ökologisch zu bewerten.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Die Vorlesung „Einführung in die Bodenkunde“ vermittelt die Grundlagen über den Boden als Naturkörper. Die Vorlesung „Angewandte Bodenkunde“ baut darauf auf und erläutert die Auswirkungen des menschlichen Eingreifens in den Boden (zielgerichtet zu dessen Nutzung oder als Auswirkungen anderer Eingriffe). In den Vorlesungen wird der Stoff den Studierenden von der Dozentin präsentiert, wobei Powerpoint-Dateien zu Hilfe genommen werden. Fragen und Diskussionsbeiträge der Studierenden sind erwünscht. Bei den Geländeübungen lernen die Studierenden in kleinen Gruppen die Beschreibung und Bewertung von Böden anhand von Bodenprofilen an verschiedenen Standorten und wenden dabei das in den Vorlesungen vermittelte Wissen an. Diese Fähigkeiten können nur im Gelände im direkten Kontakt zwischen Lehrenden und Studierenden erworben werden.

### **Medienform:**

Vorlesungen: PowerPoint-Präsentationen mit Downloadmöglichkeit. Übungen: Spaten, Spachtel, Wasser, pH-Stäbchen, Bohrstock, Kartieranleitung, Skript.

### **Literatur:**

1. Scheffer-Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, Springer-Spektrum, 17. Auflage, Heidelberg, 2018.
2. Gisi U., Bodenökologie, Thieme-Verlag, 2. Auflage, Stuttgart, 1997.
3. Hintermaier-Erhard G. und Zech W., Wörterbuch der Bodenkunde, Enke-Verlag, Stuttgart, 1997.
4. Blum W., Bodenkunde in Stichworten, Gebr. Borntraeger, Stuttgart, 7. Auflage, 2012.
5. Ad-hoc-AG Boden, Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2005

### **Modulverantwortliche(r):**

Kögel-Knabner, Ingrid; Prof. Dr. rer. nat. Dr. rer. nat. habil.

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Einführung in die Bodenkunde (Vorlesung, 2 SWS)

Kögel-Knabner I, Schad P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2673: Grundlagen Ökologie und Schutz von Gewässersystemen | Basics Aquatic Ecology and Conservation

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                                     |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie:

Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine elektronische (Fern-)Prüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Regulär gilt: Eine 30-minütige mündliche oder 60-minütige schriftliche Prüfung dient der Überprüfung des erworbenen Kenntnisstandes. In der Prüfung zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, wichtige Mess- und Untersuchungsmethoden in der Aquatischen Systembiologie zu kennen und zentrale Faktoren und Prozesse in Gewässerökosystemen und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität zu verstehen. Sie zeigen zudem, dass sie anthropogene und natürliche Störungen aquatischer Ökosysteme bewerten und ganzheitliche Schutzkonzepte für Gewässer entwickeln und bewerten können.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Thematisches Interesse; das Belegen anderer Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Aquatischen Ökologie ist keine Voraussetzung

**Inhalt:**

Das Modul umfasst folgende Inhalte:

- Bedeutung aquatischer Ökosysteme für den Menschen,
- Ökosystemfunktionen,
- Eigenschaften des Lebensraums Wasser,
- Gashaushalt,
- Nährstoffe und deren Dynamik,
- Bioindikationsmethoden,
- Gefährdungsfaktoren aquatischer Biodiversität,
- Ökologie und Gefährdung von Fließgewässern,
- Ökologie und Gefährdung von stehenden Gewässern,
- Aquatische Ökotoxikologie,
- Strategien zum Schutz aquatischer Biodiversität;
- Untersuchungsmethoden und Arbeitsweisen in der Aquatischen Systembiologie.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- zentrale Faktoren und Prozesse in Gewässerökosystemen und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität zu verstehen;
- anthropogenen und natürlichen Störungen aquatischer Ökosysteme zu bewerten;
- ganzheitliche Schutzkonzepte für Gewässer zu entwickeln und zu bewerten;
- wichtige Mess- und Untersuchungsmethoden in der Aquatischen Systembiologie zu kennen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einem Seminar. In der Vorlesung werden wichtige Mess- und Untersuchungsmethoden in der Aquatischen Systembiologie sowie zentrale Faktoren und Prozesse in Gewässerökosystemen und deren Zusammenhänge mit der Gefährdung aquatischer Biodiversität erläutert. Es werden anthropogene und natürliche Störungen aquatischer Ökosysteme erklärt und ganzheitliche Schutzkonzepte für Gewässer vorgestellt.

Im Seminar werden anthropogene und natürliche Störungen aquatischer Ökosysteme und Schutzkonzepte für Gewässer anhand konkreter Fallbeispiele bewerten. Das Seminar kann sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester belegt werden.

**Medienform:**

Power-Point Präsentation, Tafel, Flip-chart, Handzettel, Fallbeispiele, praktische Übungen / Demonstrationen

**Literatur:**

Pullin AS Conservation Biology; Cambridge University Press; Primack R.B. A primer of conservation biology; Sinauer Ass.; Gleick PH The world's water Report on Freshwater Resources; weitere Literatur wird bekannt gegeben

**Modulverantwortliche(r):**

Geist, Jürgen; Prof. Dr. rer. nat.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Lösung wissenschaftlicher Probleme in Gewässerökologie und Aquakultur (Seminar, 2 SWS)

Geist J, Beggel S, Kühn R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2733: Introduction to Soil Science | Introduction to Soil Science

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>80 | <b>Präsenzstunden:</b><br>70         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In a written exam of 60 minutes duration, the students demonstrate by answering questions without helping material their understanding of the nature and properties of soils, and they remember the characteristics of the soils of the field course as well the field assessment methods. In a pass/fail exam (laboratory assignment) in the field of 10 minutes duration, they prove their ability to survey and interpret a soil profile.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in chemistry, physics, and biology.

#### Inhalt:

- What is a soil?
- Mineral (inorganic) soil components
- Soil biology and soil organic matter
- Soil chemistry
- Soil physics
- Soil survey
- Soil interpretation
- Soil hydrology
- Soil erosion assessment



**Lernergebnisse:**

The students understand the basics of soil science. They can use their knowledge from soil mineralogy, soil organic matter, soil chemistry, and soil physics to understand soil formation processes and important biochemical and physical properties. The students are able to survey a soil profile and to detect the genesis of the surveyed soil. They can evaluate the possibilities of soil use, the risks to the soil itself and the risks to its environment. They are able to evaluate the hydrology of the soil and to judge the erosion risk.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture discusses the essentials of soil science. The field assessment starts with peer instructions to analyse a soil profile. During the course, the students will do more and more group work to train the evaluation of a soil profile, its hydrology and its erosion risks.

**Medienform:**

Lecture: presentation notes. Field Assessment: spade, auger, knife, colour charts, TDR probes, suction cups, erosion assessment kits

**Literatur:**

Brady, Weil: The nature and properties of soils, 14th edition, 2007.

Blume et al.: Scheffer/Schachtschabel Soils science, 2016.

Eash, Sauer, O'Dell, Odoi, Bratz: Soil science simplified, 6th edition, 2016.

Blum, Schad, Nortcliff: Essentials of Soil Science, 2016.

FAO Guidelines for Soil Description. Prepared by Jahn, Blume, Asio, Spaargaren, Schad, 2006.

**Modulverantwortliche(r):**

Steffens, Markus; Dr. rer. nat.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2734: Soil Protection | Soil Protection

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In an oral exam of 30 minutes duration, students demonstrate in a scientific discussion by answering questions without helping material their broad and deep understanding on how to protect soils. The understanding of soils, as achieved in the modules "Introduction to soil science" and "World soil resources", is implicitly part of the oral exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The successful completion of the module "Introduction to Soil Science" or equivalent skills are required. The successful completion of the module "World Soil Resources" is recommended.

#### Inhalt:

Principles of soil degradation, the world food problem, highly erodible soils, semi-arid environments (including irrigation and salinization problems), kaolinitic soils, shifting cultivation, organic and mineral fertilization, agroforestry, land use and greenhouse gases, soil functions, organic pollutants, inorganic pollutants (heavy metals), radionuclides, pesticides, pathways of pollutants, sorption, precipitation, co-precipitation, acidification, ways to assess the mobility of pollutants, remediation of brownfields.

#### Lernergebnisse:

The students are able to apply their knowledge of soils, as achieved in the modules "Introduction to Soil Science" and "World Soil Resources", to develop strategies of soil protection. They understand the major environmental factors that determine the food production in the world. They are able

to address the specific problems of highly erodible soils, semi-arid land and kaolinitic soils and to design adequate land-use methods. The students understand the major factors that determine the fate of substances in soil. They are able to analyze and forecast the fate of heavy metals, organic pollutants and radionuclides in soil and are familiar with important techniques for managing and remediating brownfields.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Lecture, discussions

**Medienform:**

Presentation notes.

**Literatur:**

Blanco, H., Lal, R. (2008): Principles of soil conservation and management. Diamond, J. (1998): Guns, germs and steel. A short history of everybody for the last 13,000 years. Mirsal, I. (2008): Soil Pollution.

**Modulverantwortliche(r):**

Schad, Peter; Dr. rer. silv.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Soil Protection and World Food Production (Vorlesung, 2 SWS)

Schad P

Bodenschutz - Organische und anorganische Schadstoffe in Böden (Vorlesung, 2 SWS)

Vidal A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2735: World Soil Resources | World Soil Resources

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>80 | <b>Präsenzstunden:</b><br>70         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In an oral exam of 30 minutes duration, students demonstrate in a scientific discussion by answering questions without helping material their fundamental understanding of the soils of the world in relation to other ecological factors, and they remember the soils of the field course as well as the methods of surveying and classifying soils in the field. In a pass/fail exam (laboratory assignment) in the field of 10 minutes duration, they prove their ability to survey and classify soils of various landscapes and environmental settings. The understanding of soils, as achieved in the module "Introduction to soil science" is implicitly part of the oral exam.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The successful participation at the module "Introduction to Soil Science" (which is given in the first half of the summer semester) is required.

#### Inhalt:

- Soils of the world
- Chemical, biological and physical properties of soils
- Genesis of soils as the result of soil-forming processes
- Soil survey
- Soil classification according to the international system
- Soil interpretation.

**Lernergebnisse:**

The students are able to apply their knowledge of soils, as achieved in the module "Introduction to Soil Science", to all soils of the world. The students understand the characteristics of the soils of the world, the pattern of their geographical distribution, their genesis, their ecological potential and the threats to their functions. The students are able to survey a soil profile, to detect the genesis of the surveyed soil and to classify it according to the international soil classification system. They are able to evaluate the possibilities and risks of soil management. They can assess the relationship between the soil and its environmental setting.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The lecture gives an overview of all soils of the world. The field course (several days) presents soils in a landscape outside southern Bavaria. The students are trained in the methodological skills of soil survey, soil classification and soil interpretation.

**Medienform:**

Lecture: presentation notes. Field Assessment: spade, auger, knife, colour charts.

**Literatur:**

FAO Guidelines for Soil Description. Prepared by Jahn, Blume, Asio, Spaargaren, Schad, 2006.  
IUSS Working Group WRB: World Reference Base for Soil Resources 2014. Update 2015.  
Prepared by Schad, van Huyssteen, Micheli. FAO World Soil Resources Reports 106.

**Modulverantwortliche(r):**

Schad, Peter; Dr. rer. silv.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Course 1:

World Soil Resources: Lecture

Course 2:

World Soil Resources: Field Course

Lecturer 1:

Dr. Peter Schad

Lecturer 2:

Dr. Peter Schad

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ2736: Analytical Characterization of Soil Resources | Analytical Characterization of Soil Resources

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2015/16

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The students collect their own soil samples, they prepare and analyze them, and they interpret the results. They present their results and their interpretation in a research paper of 10 pages. The research paper is accompanied by an oral presentation of 20 minutes to assess the scientific communication skills of the students.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

The successful completion of the module "Introduction to Soil Science" or equivalent skills are required.

#### Inhalt:

- Sampling and sample preparation
- Lab analyses: texture, density, water conductivity, organic and inorganic carbon, nitrogen, soil organic matter decomposition, pH, cation exchange capacity, Fe oxides, phosphate retention;
- Data interpretation

#### Lernergebnisse:

The students are able to apply their knowledge of soils, as achieved in the module "Introduction to Soil Science", to the most important physical, chemical and biological processes in soils. They are able to choose the adequate laboratory method to answer a certain question on soil management. They know how to do sampling, sample preparation and laboratory work. They can interpret

laboratory data and know, which conclusions can be made and which conclusions cannot be made. The students are able to communicate their results in a written and an oral manner.

**Lehr- und Lernmethoden:**

For every step, the lecturers give the theoretical background. Afterwards, every step is done by the students themselves, guided by the lecturers and the laboratory staff: sampling, analyses, data interpretation.

**Medienform:**

Lecture: presentation notes; sampling: field equipment; laboratory course: laboratory instruments

**Literatur:**

Will be given in the course

**Modulverantwortliche(r):**

Müller, Carsten; PD Dr. rer. nat. habil.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Chemische und physikalische Boden- und Standortscharakterisierung (Vorlesung, 2,3 SWS)  
Göttlein A

Bodenkundliche Laborübungen (Übung, 3 SWS)

Prietzl J, Schweizer S, Vidal A, Göttlein A, Ettl R, Olleck M

Analytical characterization of soil resources: Laboratory course (Übung, 3 SWS)

Prietzl J, Schweizer S, Vidal A, Göttlein A, Ettl R, Olleck M

Analytical characterization of soil resources: Lecture (Vorlesung, 1 SWS)

Schweizer S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WZ8100: Fundamentals of Climate Change | Fundamentals of Climate Change

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The written exam at the end of the term lasts 60 minutes. Here the students show without any additional help that their ability to answer questions concerning natural and anthropogenic causes and impacts of climate change on physical and biological systems on the basis of the topics of the lecture. The students shall prove that they are able to understand basic connections between causes and impacts of climate change

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in meteorology, physics

#### Inhalt:

This modul gives an overview on the theoretical background on the physical science basis of climate change, resulting observed changes in various physical biological and biogeochemical systems, and anthropogenic attribution, additionally actions for mitigation are introduced. This lecture is based on the newest IPCC report (AR 5).

#### Lernergebnisse:

Students will become familiar with current knowledge concerning mechanism of climate change as well as climate change impacts on environment. They are able to analyse data and interpret the results. They have the knowledge to detect impacts of climate change in natural systems.



**Lehr- und Lernmethoden:**

Students will become familiar with current knowledge concerning mechanism of climate change as well as climate change impacts on environment. They are able to analyse data and interpret the results. They have the knowledge to detect impacts of climate change in natural systems.

**Medienform:**

Lecture with PowerPoint Presentation, reader and exercises.

**Literatur:**

IPCC (2013) Fifth Assessment Report of WGI, II, III. Houghton (2015) Global warming, the complete briefing. Most recent scientific literature

**Modulverantwortliche(r):**

Estrella, Nicole; Dr. rer. nat.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Climate change

Lecture 2 SWS

Nicole Estrella

estrella@wzw.tum.de

Prof. Annete Menzel

amenzel@wzw.tum.de

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Fächerübergreifende Methoden | Cross Cutting Methods

### Modulbeschreibung

#### BGU43025: Vibroakustik | Vibroacoustics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Lernergebnisse des Moduls Vibroakustik werden durch eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer geprüft.

Das Ziel der schriftlichen Prüfung des Moduls Vibroakustik ist der Nachweis, dass die Studierenden grundlegende Aspekte der Signalverarbeitung verstanden haben und die Wirkung von Schall und Erschütterungen auf Gebäude, hochempfindliche Geräte und auf den Menschen beschreiben können. Sie zeigen, dass sie Kenntnisse über die Vibroakustik auch im Zusammenhang mit der Baudynamik komprimiert wiedergeben und auf Aufgabenstellungen anwenden können. Die Studierenden müssen Aspekte wesentlicher Theorien wiedergeben und reflektieren und typische Problemstellungen wie die Auswirkung dynamischer Lasten auf Gebäude, hochempfindliche Geräte und Menschen zielführend analysieren, mögliche Lösungswege finden und deren Umsetzbarkeit gegebenenfalls bewerten.

In der Klausur sind keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Grundlagen der Strukturmechanik (z.B. BV430008)
- Grundlagen der technischen Akustik (z.B. BV000122)
- Grundlagen der Integraltransformationmethoden (z.B. BV430002)

### **Inhalt:**

In diesem Modul werden die Grundlagen der Anwendung strukturdynamischer und vibroakustischer Berechnungsverfahren in der Praxis behandelt. Die Anwendung erfolgt anhand praktischer Problemstellungen und anhand von Modellsystemen.

Ebenfalls wird die praktische Durchführung von Messaufgaben vom Versuchsaufbau über die Erfassung der Daten bis zur Analyse der Zeitreihen theoretisch behandelt und praktisch umgesetzt.

Die thematische Gliederung ist dabei folgende:

- Bewertung von Vibrationen (Wahrnehmung durch Personen, Komfortkriterien, Bewertung durch Menschen induzierter Schwingungen)
- Anregung von Strukturen durch dynamische Lasten wie z.B. von Maschinen oder Personen
- Maßnahmen zur Schwingungsreduktion
- Bodendynamik (Grundlagen der Wellenausbreitung, Boden-Bauwerk-Interaktion, Maßnahmen zur Reduktion von Schwingungen)
- Sensorik und Werkzeuge (Beschleunigungsaufnehmer, Mikrofone und Laservibrometer)
- Kalibrierung, Überprüfung, Messunsicherheit
- Signalkonditionierung und Messverfahren (Aufbau der Messkette, Praktische Aspekte der Frequenz-Analyse, Zeit- und Frequenzbereichsfilter)
- Experimentelle Modalanalyse
- Messdurchführung und -auswertung

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden

- dynamische Lasten und deren Auswirkung auf Gebäude, hochempfindliche Geräte und Menschen
- die Grundlagen der Modellbildung bei Baukonstruktionen, z.B. die Modellierung von Gebäuden im Hinblick auf Erschütterungseinwirkungen
- die Wirkung von Schall und Erschütterungen auf den Menschen und können diese beschreiben
- die grundlegenden Aspekte der Signalverarbeitung, den Aufbau einer Messkette sowie die Funktion der wesentlichen Komponenten der Messtechnik.

Sie können dynamische Lasten aus verschiedenen Anregungsquellen klassifizieren.

Die Studierenden können praktische Methoden der Baudynamik und der Vibroakustik anwenden und die Ergebnisse analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, die behandelten Messverfahren auf einfache praktische Problemstellungen anzuwenden und die Messergebnisse zu analysieren.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung.

Die Vorlesungsanteile dienen dazu die wesentlichen Aspekte der Strukturdynamik in der Praxis deutlich zu vermitteln, die Relevanz der Themen anhand von Anwendungen aufzuzeigen und sowohl forschungs- als auch praxisnahe Beispiele aus dem eigenen Bereich zu präsentieren und so die Studierenden zu motivieren, sich mit den Themen zu beschäftigen. Das ausgegebene

Vorlesungsskript wird in der Veranstaltung aktiv genutzt und stellenweise direkt am Tablet-PC bearbeitet, um aktuelle Diskussionen während der Vorlesung in die Unterlagen direkt mit einfließen zu lassen.

In den Übungsanteilen vertiefen die Studierenden die in der Vorlesung vermittelten Grundlagen und Konzepte, in dem sie diese auf reale Problemstellungen anwenden.

Dazu werden Messaufgaben vom Versuchsaufbau über die Erfassung der Daten bis zur Analyse der Zeitreihen anhand von Messungen und Versuchen in kleinen Gruppen oder als Einzelprojekte durchgeführt. Die Studierenden erhalten so im Zuge der integrierten Übungen die Möglichkeit, theoretische Inhalte eigenständig, jedoch unter Anleitung, praktisch anzuwenden und Messungen selbst zu planen, durchzuführen und auszuwerten.

### **Medienform:**

Als Medien werden neben dem Vorlesungsskript auf Tablet-PC und Beamer bei Bedarf auch Folien oder die Tafel des Hörsaals verwendet. Arbeitsblätter und Aufgabenstellungen werden den Studierenden bei Bedarf online zur Verfügung gestellt. Messungen werden an Modellstrukturen oder auch an realen Bauwerken durchgeführt.

### **Literatur:**

Müller, G, Möser, M.: Taschenbuch der Technischen Akustik, Springer, 2004

Petersen, C.: Dynamik der Baukonstruktionen, Vieweg , 2017

Cremer, L, Heckl, M.: Körperschall, Springer, 2010

Braun, S., Discover Signal Processing: An Interactive Guide for Engineers, Wiley 2008

Sujatha, C., Vibration And Acoustics: Measurement and Signal Analysis, Tata McGraw Hill Education 2010

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU43026: Modellierung und Simulation in der Strukturmechanik | Modelling and Simulation in Structural Mechanics

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung des Moduls ist eine Projektarbeit, die in Form eines Projektberichts mit einer Präsentation und anschließender Diskussion erbracht wird.

In der Projektarbeit sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, gemeinsam in einem Team von ca. 2-3 Studierenden theoretisches Wissen auf konkrete Problemstellungen aus den Bereich der Strukturmechanik anzuwenden und erlangte Erkenntnisse unter Berücksichtigung der wichtigsten Aspekte kompakt und verständlich in Form eines ca. 10-15 seitigen Projektberichtes zusammenzufassen. Im Rahmen der ca. 20-minütigen Projektpräsentation am Ende des Semesters, zeigen die Studierenden, dass sie die wesentlichen Projektergebnisse mittels geeigneter Medien und in einer logischen Argumentation in anschaulicher und verständlicher Weise darlegen können. In der anschließenden Diskussion weisen die Studierenden nach, dass Sie die gewonnenen Erkenntnisse mündlich vor einem Fachpublikum verteidigen können.

Die Projektpräsentation mit Diskussion, welche im Team erfolgt, wobei jedes Teammitglied aktiv einen Präsentationsteil übernimmt, geht zu 60% in die Gesamtnote ein. Der Projektbericht wird ebenfalls im Team erstellt, wobei auch hier jedes Mitglied aktiv einen Teil erstellt, und geht zu 40% in die Gesamtnote ein.

Die behandelten Problemstellungen sind forschungsbezogen und können von rein numerischen Umsetzungen bis zum Produktdesign und dessen Realisierung reichen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundkenntnisse der Baudynamik (z.B. BV430008), der objektorientierten Programmierung und in der Finiten-Elemente-Methode.

**Inhalt:**

- Modale Ansätze für gedämpfte und nicht gedämpfte Systeme
- Harmonische und transiente Analyse dynamischer Systeme
- Fußpunktanregung bei nicht klassisch gedämpften Systemen
- Methoden zur computergestützten Beschreibung von Wellenausbreitung und Dämpfung
- Gekoppelte Problemstellungen (Boden-Bauwerk-Interaktion, Fluid-Struktur-Interaktion)
- Modellreduktion

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, komplizierte Sachverhalte aus dem Bereich der Strukturmechanik zu verstehen, auf gegebene Problemstellungen anzuwenden und in einer verständlichen Form darzustellen und zu präsentieren.

Das Modul vermittelt den Studierenden einen umfassenden Überblick über weiterführende Themen der Strukturmechanik und deren computergestützter Implementierung. Die Studierenden können verschiedene akademische und praxisrelevante Problemstellungen einordnen und geeignete Lösungsmethoden identifizieren.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Im Rahmen des Moduls werden weiterführende Themen und computergestützte Methoden aus der Strukturmechanik behandelt. In den ersten Semesterwochen wird die Thematik im Rahmen von einführenden Vorlesungen mit integrierten Übungen aufbereitet. Während die theoretischen Grundlagen in der Vorlesung besprochen werden, wird im Rahmen der integrierten Übung die computergestützte Umsetzung konkretisiert. Gemeinsam mit den Studierenden werden Beispielrechnungen durchgeführt.

Anschließend werden Themen für die Projektphase ausgegeben. Unter Betreuung der Dozenten bearbeiten die Studierenden in der Projektphase in Kleingruppen je eine thematisch abgeschlossene Aufgabe. Eine Fortschrittskontrolle erfolgt hierbei über eine freiwillige Zwischenpräsentation nach der Hälfte der Projektphase. In einem anschließenden Feedback-Gespräch mit dem jeweiligen Betreuer wird auf Stärken und Defizite der bisherigen Arbeit eingegangen, sodass Anpassungen bis zum Projektabschluss eingearbeitet werden können. Das Projekt wird mit einer Präsentation mit anschließender Diskussion und einem schriftlichen Projektbericht abgeschlossen.

**Medienform:**

Die in der Vorlesung mit integrierter Übung gezeigten PowerPoint-Folien werden den Studierenden über die Plattform Moodle zur Verfügung gestellt. Außerdem erhalten die Studierenden Zugriff auf den für die Übungen relevanten Programmcode.

Für die anschließende Projektphase werden den Studierenden verschiedene Themen zur Wahl gestellt.

Für die Abschlusspräsentation und den Bericht werden Templates bereitgestellt.

**Literatur:**

E. Kausel, Advanced Structural Dynamics: Cambridge University Press, 2017.

A. K. Chopra, Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering, 4th ed. Harlow: Pearson Prentice Hall, 2014.

A. C. Antoulas, Approximation of large-scale dynamical systems. Philadelphia: SIAM, 2005.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Modellierung und Simulation in der Strukturdynamik (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)

Müller G, Aumann Q

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU45037: Einführung in die Erdsystemforschung | Introduction to Earth System Science

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                          |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>5         | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The expected learning outcomes are verified with a written exam of 120 min duration, which might also contain short mathematical problems to be solved. In the written exam, the students verify, by answering theoretical and numerical questions, that they are able to understand the basic components of system Earth and its main geodynamic processes in the Earth interior, at the surface, and the global energy budget. A written exam is required in order to check if students are able to apply the Earth system concepts to practical problems as well as to perform corresponding numerical analyses. By means of numerical tasks and problems, it is verified that students are able to apply the mathematical and physical concepts for the solution of practical problems. By means of selected tasks, the students are able to interpret geophysical, geodetic and geodynamical results and to put them into the scope of geoscientific concepts.

Note in view of the limitations on university operations as a result of the CoViD19 pandemic: If the basic conditions (hygiene, physical distance rules, etc.) for a classroom-based examination cannot be met, the planned form of examination can be changed to a written or oral online examination in accordance with §13a APSO. The decision about this change will be announced as soon as possible, but at least 14 days before the date of the examination by the examiner after consultation with the board of examiners of the respective study program.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Knowledge of fundamentals in mathematical physics, linear algebra, time series analysis.



**Inhalt:**

The module consists of one lecture "Introduction to Earth System Science". It is split up into two main topics: part A "Outer System" and part B "Inner System" and is connecting earth's interior and earth's surface up to Earth's orbits.

**Part A: Outer System:**

- components of the Earth System (atmosphere, ocean, cryosphere, solid Earth),
- electromagnetic radiation and matter,
- solar radiation and the Earth system,
- radiation balance, greenhouse effect,
- spatial and temporal variations, astronomical rhythms (day/night, seasons, Milankovitch cycle),
- atmospheric circulation,
- oceans
- continental hydrology
- cryosphere
- the role of satellites (active and passive sensors)

**Part B: Inner System:**

- dynamics of the earth interior,
- heat exchange,
- mantle convection,
- analysis of seismic wave propagation,
- potential fields: magnetic field, gravity field;
- measuring solid Earth processes with satellites (GPS, gravimetry, magnetometry, topography)
- interaction of inner and outer part of the earth system

**Lernergebnisse:**

Upon successful completion of the module, students are able

- to understand the fundamental principles of the complex Earth system, its main geodynamic processes in the interior and on the surface, as well as their coupling mechanisms,
- to understand the global energy budget,
- to understand the role of satellite observations for the monitoring of geodynamic processes in the Earth system,
- to work with observations, data and models of selected components of the Earth system,
- to apply the mathematical and physical concepts concerning selected components of the Earth system,
- to analyze the results of these data and models,
- to understand these scientific contributions as integral component of geodetic Earth system research,
- to communicate on a scientific level with experts of different geoscientific disciplines.

**Lehr- und Lernmethoden:**

The contents of the lectures are communicated by oral presentations or calculations at the blackboard, including interactive discussions with the students.

**Medienform:**

- Blackboard
- Lecture notes
- Presentations in electronic form

**Literatur:**

- Kandel, Robert S. (1980): Earth and Cosmos. A Book Relating the Environment of Man on Earth to the Environment of Earth in the Cosmos. Burlington: Elsevier Scienc
- Grotzinger, John; Jordan, Thomas H.; Press, Frank; Siever, Raymond (2007): Understanding earth. 5. ed. New York: Freeman
- Lowrie, William (2006): Fundamentals of geophysics. 7. print. Cambridge: Cambridge Univ. Press

**Modulverantwortliche(r):**

Roland Pail

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Introduction to Earth System Science (Vorlesung, 4 SWS)

Pail R [L], Pail R, Schuberth B, Abrykosov P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU62059: Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen | Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                                     |                                           |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Prüfungsleistung besteht aus einer wissenschaftlichen Ausarbeitung inklusive einer kurzen Präsentation.

In der wiss. Ausarbeitung, (Umfang 30-40 Seiten) zeigen die Studierenden, ob sie in der Lage sind, eine konkrete Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) auf ein bestehendes oder geplantes Gebäude wissenschaftlich korrekt wiedergeben zu können. Die Ausarbeitung zielt darauf ab zu prüfen, inwiefern eine wiss. Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung unter den Gesichtspunkten der Anwendung zielführender wissenschaftlicher Methoden erfolgt. Die dabei geforderte konkrete Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) auf ein Gebäude basiert auf einem Beispielprojekt.

In einer kurzen Präsentationen (ca. 10 Min.) zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, die Sachverhalte rethorisch wiedergeben zu können, und sich in einem Dialog mit dem Publikum über das Thema auseinander zu setzen.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Die erfolgreiche Teilnahme an dem Modul Ökobilanzierung BV360009

#### **Inhalt:**

Der Inhalt zum Modul Anwendung einer Lebenszyklusanalyse (LCA) besteht aus:

- Vermittlung der Grundlagen einer Gebäude LCA
- Vermittlung von Softwarekenntnissen zur Durchführung einer LCA
- Berechnung und Auswertung von Energie und CO2 Bilanzen auf Material und Bauteilebene
- Ermittlung von Potentialen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen
- Studierende bearbeiten eigenständig ein gegebenes Projekt
- Vorstellung der erarbeiteten Ergebnisse im Rahmen eines Vortrags und Ausarbeitung einer Seminararbeit

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach der Teilnahme am Modul in der Lage:

- Fundiertes Grundlagenverständnis über die Ökobilanzierung wiedergeben
- Ökobilanz-Ergebnisse adäquat zu bewerten.
- Energie- und CO2-Bilanzen zu analysieren.
- Die wichtigsten ökologischen Stellschrauben an einem Gebäude zu verstehen zu bewerten.
- Berechnungen in einer Ökobilanz-Software (eLCA) auf konkrete Gebäude anzuwenden.
- bestehende Gebäudestrukturen hinsichtlich der verwendeten Bauteile und Materialien über alle Lebenszyklusphasen zu analysieren und Optimierungsvorschläge zu erarbeiten
- Empfehlungen für ökologische Optimierungen eines Gebäudeentwurfs unter Berücksichtigung aller Lebenszyklusphasen zu entwickeln.
- eine Lebenszyklusanalyse auf ein Gebäude wissenschaftlich korrekt wiedergeben.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar. In dem Seminar finden vereinzelt Input Vorträge statt, um den Studierenden notwendige Grundlagen über die Ökobilanz und einer Lebenszyklusbetrachtung zu vermitteln. Basierend auf den Vorträgen findet im Seminar die Anwendung dieses Wissens an einem konkreten Beispielprojekt statt. Die Studierenden bearbeiten die Aufgabenstellung in Gruppenarbeit und werden durch den Lehrenden betreut (Gruppenarbeit, Seminar). Die Teilnehmer entwickeln nachhaltige Bauteile und identifizieren die damit einhergehenden Auswirkungen auf das Gebäude und die Umwelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Anwendung einer Lebenszyklusbetrachtung am konkreten Gebäude und dem Verständnis der wichtigsten Stellschrauben. Dabei ist es besonders wichtig, ökologische Fragestellungen in frühen Planungsphasen projektspezifisch zu erarbeiten und zu beantworten.

### **Medienform:**

Power Point, eLCA

### **Literatur:**

DIN, ENISO. 14044: 2006-10 Umweltmanagement–Ökobilanz–Anforderungen und Anleitungen. DIN Deutsches Institut für Normung eV Berlin: Beuth Verlag, 2006. DIN, ENISO. 14040: Umweltmanagement–Ökobilanz–Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung der EN ISO, 1997, 14040. Jg., Nr. 1997, S. 16. KÖNIG, Holger, et al. Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2009.

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Werner Lang sekretariat.enpb.bgu@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV000063: Systemtheoretische Grundlagen des Projektmanagements | System-Theoretical Principles of Project Management [GL\_PM]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2019

|                               |                             |                                          |                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Prüfungsdauer (in min.): 60.

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur in der die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, die gelehrten Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern die Methoden anzuwenden, deren Ergebnisse und Konsequenzen zu bewerten und darüber hinaus die Ansätze weiterzuentwickeln. Hilfsmittel werden dazu nicht zugelassen. Zur Lösung der Aufgaben sind teils eigene Formulierungen erforderlich, teils das Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

keine

#### **Inhalt:**

Projekte und Projektumfeld, grundlegende Definitionen; Management zweiter Ordnung, Systemtheorie, grundlegende Koordinationsmechanismen, Cross-Impact-Analyse. Erfolgsfaktoren, Bedeutung, Identifikation und Wechselwirkung; Prozessorientierte Projektorganisation, Entwicklungsmodelle, Organisationsstrukturen und Komplexität. Kosten- und Ressourcenplanung in komplexen Umgebungen, Kostenschätzung und Separabilität, Expertenverständnis, Kostenverfolgung. Termin- und Ablaufplanung, Grundlagen der Graphentheorie, kausale Netzpläne; unscharfe Prozesse, aktuelle Entwicklungen

**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Lehrinhalte zu verstehen, anzuwenden und weiter zu entwickeln. Damit können sie in ihrer späteren Berufspraxis einschlägige Sachverhalte analysieren und bewerten sowie entsprechende Aufgabenstellungen lösen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden durch Vorlesungen vermittelt. In betreuten Übungen bzw. Tutorien wird der Stoff an Beispielen in Interaktion mit den Studierenden vertieft.

**Medienform:**

Skript, "Power Point"-Präsentation, z.T. Tafelbild, Videos

**Literatur:**

Skript zur Vorlesung

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Wolfgang Eber (eb@bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV550025: Systemtheoretische Grundlagen des Risikomanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft | System-Theoretical Principles of Risk Management for Business Processes and Real Estate Business Processes [RM\_Baulmmo]**

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Anhand einer Projektarbeit (Benotete Übung in Gruppen) weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, die gelehrtten Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern die Methoden anzuwenden, deren Ergebnisse und Konsequenzen zu bewerten und darüber hinaus die Ansätze weiterzuentwickeln.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

keine

#### **Inhalt:**

Modelle und Szenarien, Grundlagen der Statistik, Maßnahmenbasiertes Risikomanagement, Monte Carlo Methoden, Spezifische Probleme klassischer Ansätze, Projektrisiken, Risikoübertragung, Entwicklung von Risikobewusstsein; Zuverlässigkeitstheorie, Zustandsdiagramme; Warteschlangentheorie, Katastrophentheorie und Potentiale, Komplexe Netzwerke, Risikofaktoren, Risikofortpflanzung, Steuerungs- und Regelungstheorie; Projektmodellierung, Kritikalität.



**Lernergebnisse:**

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Lehrinhalte zu verstehen, anzuwenden und weiter zu entwickeln. Damit können sie in ihrer späteren Berufspraxis einschlägige Sachverhalte analysieren und bewerten sowie entsprechende Aufgabenstellungen lösen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Lehrinhalte werden durch Vorlesungen vermittelt und in Seminarveranstaltungen diskutiert. Betreute Einzel- und Gruppenarbeit im Rahmen der Präsenzzeit und darüber hinaus in Eigenarbeit ist vorgesehen, um spezifische Inhalte auszuarbeiten.

**Medienform:**

Skript, "Power Point"-Präsentation, z.T. Tafelbild, Videos

**Literatur:**

Skript zur Vorlesung

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Wolfgang Eber (eb@bv.tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Systemtheoretische Grundlagen des Risikomanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft /  
System-Theoretical Principles of Risk Management for Business Processes and Real Estate  
Business Processes (Vorlesung, 2 SWS)

Eber W [L], Eber W

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte  
[campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### EI74831: Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems | Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems [PropENS]

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                                     |                                           |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Teilnehmer am Projektpraktikum Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme sollen Analysen, Planungen und Anwendungen rund um erneuerbare Energiesysteme und deren Modellierung durchführen.

Ein Team aus 3-5 Studierenden soll im Rahmen der Projektarbeit ein für die Gruppe definiertes Ziel über die Dauer der Vorlesungszeit des Semesters erreichen. Die Problemdefinition, Rollenverteilung, Ideenentwicklung sowie Wahl geeigneter Instrumente, Durchführung und Dokumentation sollen dabei von der Gruppe im Wesentlichen selbstständig erarbeitet werden. Die wesentlichen Aspekte der Arbeit im Rahmen des Projektpraktikums (u.a. wesentliche wissenschaftliche Inhalte, die Behandlung einer Aufgabe als abgeschlossenes Projekt, Aufteilung der Aufgabe auf die Gruppenmitglieder) sollen in einem schriftlichen Bericht (Umfang: 15-20 Seiten) dokumentiert werden. In einer ergänzenden Präsentation soll die Kompetenz der Studierenden, ihre Arbeit strukturiert im Rahmen eines kleinen Seminars vor einem Publikum bestehend aus Mitarbeitern des Lehrstuhls und Studierenden vorstellen zu können, überprüft werden. Insgesamt sollen Kompetenzen in der Projektarbeit im Team sowie der Dokumentation und Darstellung der Arbeit nachgewiesen werden. Der Bericht geht mit 40 % in die Note ein, die Präsentation und die Mitarbeit im Team jeweils mit 30 %.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse über:

- Energiesysteme

- Erneuerbare Energien (Potenziale, Technik)
- Matlab / Simulink

#### **Inhalt:**

Es handelt sich um forschungs- und praxisnahe Aufgaben, deren Themen sich mit den aktuellen Forschungsbereichen des Lehrstuhls decken, wie:

- Modellierung, Simulation und/oder Regelung von Energiesystemen
- Potenzialuntersuchung von erneuerbaren Energien
- Analyse und Generierung von Daten für Energiesysteme
- Auswertung und Interpretation von Modellergebnissen
- Planung und Aufbau von Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien auf dem Campus Garching

#### **Lernergebnisse:**

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls ist der Studierende - je nach Themenbereich - in der Lage:

- Herausforderungen der Integration erneuerbarer Energien zu erkennen,
- geeignete Instrumente und Methoden zur Analyse, Planung oder Regelung von Energiesystemen anzuwenden und umzusetzen,
- Ergebnisse aus angewendeten Modellen zu interpretieren und bewerten.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Projektaufgaben werden einzeln oder vorzugsweise in Gruppen von 2-4 Studenten durchgeführt. Dabei wird Selbstständigkeit bzw. Teamfähigkeit in der Bearbeitung einer Projektaufgabe gefördert. Je nach Themenstellung kann eine Literaturrecherche von Nöten sein. Hauptteil des Projektpraktikums ist jedoch die rechnergestützte Entwicklung von Analyse- und Auswertungstools bzw. die Planung und Ausführung von labortechnischen Versuchen oder Installationen. Die Teilnehmer haben zum Schluss die Gelegenheit, das Vorbereiten und Durchführen von Präsentationen zu üben.

#### **Medienform:**

- Anwendung verschiedener Programme bzw. Programmiersprachen (Matlab/Simulink, Python, o.ä.)
- Prüfstände (Anlagen zur Umwandlung erneuerbarer Energien, Echtzeit-Simulator, Messgeräte)
- Präsentationen

#### **Literatur:**

Konstantin, Panos: Praxisbuch Energiewirtschaft - Energieumwandlung, -transport und -beschaffung, Übertragungsnetzausbau und Kernenergieausstieg, Springer Vieweg, Springer-Verlag GmbH Deutschland, eBook ISBN 978-3-662-49823-1, DOI 10.1007/978-3-662-49823-1, Hardcover ISBN 978-3-662-49822-4

Wagner, Ulrich; Heilek, Christian (Bearb.): Nutzung regenerativer Energien (Vorlesungsskript), 10., vollständig überarbeitete Auflage, Herrsching, E & M, Energie-&-Management-Verl.-Ges., 2009, ISBN: 978-3-9805179-3-5

The Power of Transformation - Wind, Sun and the Economics of Flexible Power Systems, International Energy Agency, OECD/IEA, 2014, France, ISBN: 978 92 64 20803 2

Hillier, Frederick S., Lieberman, Gerald J.: Introduction to operations research, New York, McGraw-Hill Education, 2015, ISBN: 978-0-07-352345-3, 0-07-352345-3, 978-0-07-126767-0, 978-1-259-25318-8, 1-259-25318-X

**Modulverantwortliche(r):**

Hamacher, Thomas (thomas.hamacher@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Projektpraktikum Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (Forschungspraktikum, 4 SWS)  
Hamacher T, Kuhn P, Breuning L, Cadavid Isaza A, de la Rua Lope C, Halilovic S, Kerekes A, Kleeberger H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### WI001255: Ringvorlesung Erneuerbare Energiesysteme im Globalen Süden | Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>135 | <b>Präsenzstunden:</b><br>45         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Written exam of 60 minutes:

- In multiple-choice questions and short questions, it is examined if the students are able to name and explain facts regarding renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South correctly.
- In computational tasks, it is examined if the students are able to classify relevant location parameters correctly and perform calculations on renewable energy technologies correctly in order to design decentralized energy systems in the Global South according to the framework conditions of a certain location.
- In text tasks, it is examined if the students are able to classify and evaluate technological, economic and social factors influencing renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South correctly.
- The exam is graded.
- Up to 20% of the exam can be multiple-choice questions.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

- Bachelor degree in an engineering study program or a study program, which included technological/engineering aspects (such as B.Sc. Management & Technology)
- Interest in various renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South

- Interest in the socio-economic factors influencing the utilization of renewable energies in the Global South

#### **Inhalt:**

Overview of renewable energy technologies including their functionality, their technological and economical assessment, their integration in decentralized energy systems as well as business concepts for their utilization in the Global South:

- Renewable energy systems in the Global South - Why and how?
- Small-scale solar thermals and photovoltaics
- Small-scale hydro-power
- Small-scale wind-power
- Small-scale biogas systems
- Battery storages
- Electrical components of mini-grids
- Rural electrification planning through Geo Information Systems
- System sizing through least-cost modelling
- Sustainable energies and entrepreneurship in the Global South
- Sustainable enterprises for Renewable Energies in the Global South
- Rural electrification projects in the Global South

#### **Lernergebnisse:**

After successfully completing the module, students are able to

- Name and explain facts regarding renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South.
- Perform calculations regarding renewable energy technologies in order to be able to design decentralized energy systems in the Global South.
- Classify and evaluate technological, economic and social factors influencing renewable energy technologies, decentralized energy systems and their utilization and operation in the Global South.
- Develop concepts for decentralized energy systems in the Global South based on the technological, economic and social framework conditions of a certain location.

#### **Lehr- und Lernmethoden:**

Lectures and presentations by various researchers from TUM as well as entrepreneurs and other experts from the field of Renewable Energies in the Global South.

In exercise lessons, the taught knowledge of the lectures are applied to exemplary topics. After each lecture, the students conduct these exercises in homework and afterwards, these are discussed during the upcoming exercise lesson. Most of these exercises are calculating tasks about the technical components, but there are also some exercises regarding the financial assessment of renewable energy technologies. The exercises are not graded.

#### **Medienform:**

The following media types are used:

- Computer-aided presentations for the lectures
- Exercises

- Discussion of provided literature

**Literatur:**

- Presentation slides of the speakers
- Solutions of exercise lessons
- Other literature recommended by the speakers

**Modulverantwortliche(r):**

Belz, Frank-Martin; Prof. Dr. oec.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Belz F [L], Belz F, Winklmaier J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## DTU Programm - TUM Module | DTU Program - TUM Modules

### Prüfungsmodule | Required Modules

#### Modulbeschreibung

### BGU38014: Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung | Water and Wastewater Treatment Engineering

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt schriftlich in einer 120-minütigen Klausur.

Durch theoretische Fragen beweisen die Studierenden, dass sie sich an die einzelnen Stufen zur Elimination von Abwasserinhaltsstoffen erinnern können sowie die Grundlagen der Wasserver- und -entsorgungssysteme kennen und Erfordernis und Machbarkeit der Abwasserbehandlung, besonders des kommunalen Abwassers verstehen können. Durch anwendungsorientierte Problemstellungen zeigen die Studierenden, dass sie das Ressourcenmanagement im Bereich der Abwasserbehandlung, die Leistungsfähigkeit dazugehöriger Systeme sowie Standortfaktoren für wassertechnische Anlagen analysieren können sowie unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten verschiedene konventionelle und weitergehende Techniken der Abwasserbehandlung kritisch bewerten können. Ferner zeigen sie, dass sie in begrenzter Zeit Problemstellungen analysieren können und daraus die erforderlichen Verfahrenstechniken zum Schutz der öffentlichen Gesundheit anwenden sowie durch das technische und gesetzliche Regelwerk Prozessoptimierungen und Lösungen zur kommunalen Abwasserbehandlung entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt. In der Klausur sind ausschließlich die Vorlesungsfolien sowie eigenen Notizen, beides in Papierform, als Hilfsmittel zugelassen.



**Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

**(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Siedlungswasserwirtschaft Grundmodul (BGU38016)

Siedlungswasserwirtschaft Projektkurs (BGU38020)

**Inhalt:**

1. Wasservorkommen und Trinkwasserschutz; Charakterisierung von Rohwässern
2. Gesetzliche und technische Anforderungen
3. Anlagen zur Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Wasser
4. Struktur der Wasserversorgung und Organisation von Wasserversorgungsunternehmen
5. Betrieb und Instandhaltung von Wasserversorgungsanlagen
6. Charakterisierung von Abwässern, insbesondere Kommunalabwässer
7. Gesetzliche Anforderungen und definition von Einleitwerten
8. Abwasserbehandlungskonzepte/ Ressourcenwiederverwendung
9. Grundlagen der Biotechnologie und Mikrobielle Reaktionen
10. Biologische Reiniungsverfahren
  - a. Belebtschlammtechnologie (aerob/anaerob)
  - b. Sequencing Batch Reactor (SBR) Technologie
  - c. Biofilm Reaktoren
11. Abwasserdesinfektion (Chlor-basierend; UV)
12. Stabilisierung und Energierückgewinnung aus Klärschlamm

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Bestehen des Moduls in der Lage:

- Grundlagen der Wasserver- und -entsorgungssysteme zu kennen und ihre Prinzipien zu verstehen.
- die Leistungsfähigkeit dieser Systeme zu bewerten
- Standortfaktoren für wassertechnische Anlagen zu analysieren und unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten zu bewerten
- die erforderlichen Verfahrenstechniken zum Schutz der öffentlichen Gesundheit zu verstehen und anzuwenden
- Gefährdungspotentiale kritisch zu bewerten
- durch das technische Regelwerk und gesetzliche Anforderungen Prozessoptimierungen für die biologische Abwasserbehandlung zur Entfernung organischer Wasserinhaltsstoffe und Nährstoffe zu entwickeln
- das Erfordernis und Machbarkeit der Abwasserbehandlung, besonders des kommunalen Abwassers, zu verstehen
- Ressourcenmanagement im Bereich der Abwasserbehandlung zu analysieren und
- Lösungen zur kommunalen Abwasserbehandlung zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierten Übungen. In der Vorlesung werden anhand von Präsentationen die technischen und rechtlichen Anforderungen an die Wasser- und Abwasseraufbereitung sowie die theoretischen Grundlagen von physikalischen, chemischen und biologischen Aufbereitungsverfahren vermittelt. Ferner werden gesamtheitliche Konzepte zur Wasser- und Abwasserbehandlung vorgestellt. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Vorlesung werden in integrierten Übungen Probleme von den Studierenden einzeln oder in Kleingruppen gelöst und anschließend im Klassenverband diskutiert. Darüber hinaus kann der behandelte Stoff in den freiwilligen Übungen, die auf Moodle bereitgestellt werden, für die Verfahren zur Wasser und Abwasserbehandlung problemlösungsorientiert bearbeitet werden.

### **Medienform:**

Powerpoint Präsentationen; Übungen während der Vorlesung und via Moodle

### **Literatur:**

Crittenden et al. (2012), Water Treatment Principles and Design , 3rd edition, John Wiley & Sons, New York, 2012

Edzwald, J. (2011), Water Quality & Treatment , 6th edition, McGraw Hill, New York, 2011

McGraw-Hill; 4th edition (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse

Fourth Edition by Metcalf & Eddy, Inc.

Gujer, Willi (2007). Siedlungswasserwirtschaft. Springer, 3., bearb. Aufl.

### **Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Jörg Drewes (jdrewes@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Water and Wastewater Treatment Engineering (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Drewes J [L], Drewes J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38021: Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung | Industrial Wastewater Treatment and Reuse

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60-minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen im Bereich der industriellen Abwasserreinigung, Wasserrückgewinnung und -wiederverwertung sowie integrierten Umweltschutzmaßnahmen in industriellen Betrieben verstanden wurde und unterschiedliche Verfahrensansätze vergleichend angewendet werden können. Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und basierend auf den im Rahmen des Moduls erworbenen Kenntnissen, Lösungswege gefunden und umgesetzt werden.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, teils kurze Rechenaufgaben.

Für die Klausur sind bis auf einen nicht-programmierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Teilnahme an Vorlesung "Siedlungswasser- Grundmodul" (BGU38016) und „Water and Wastewater Treatment Engineering“ (BGU38014).

Grundvoraussetzung ist Kenntnis der Grundlagen in der Abwasserreinigung

**Inhalt:**

Inhalt der Vorlesung sind die Definition von Abwasserströmen und Komplexität der Abwässer verschiedenster Industriebetriebe mit überwiegend organischen oder anorganischen Inhaltsstoffen. Gesetzliche Regelungen, prozess- und produktionsintegrierter Umweltschutz, End-of-pipe Technologie gehören ebenso zum Inhalt der Vorlesung wie mechanische, chemische und physikalische Behandlungsverfahren, aerobe und anaerobe biologische Abwasserreinigung (Spezialverfahren). Anhand von Beispielen aus verschiedenen Industriebetrieben werden sowohl integrierte Umweltschutzmaßnahmen, Abwasserreinigung wie auch Abwasserwiederverwertung erläutert.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, Gesetzliche Regelungen der Industrieabwasserbehandlung in Deutschland zu kennen und anzuwenden, Möglichkeiten von integrierten Umweltschutzmaßnahmen sowie Abwasserreinigungsverfahren in der Industrie zu bewerten. Besonderheiten industrieller Abwässer im Vergleich zu häuslichem Abwasser sind dabei zu berücksichtigen. Die Studierenden sind in der Lage Vorschläge mit dem Umgang industrieller Abwässer zu machen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Mittels Beispielen aus Industriebetrieben und Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. Anhand der in Moodle bereit gestellten Vorlesungsunterlagen kann das Gelernte wiederholt und verinnerlicht werden. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

**Medienform:**

Beamer, Tafel, Vorlesungsfolien

**Literatur:**

Vorlesungsfolien als pdf in moodle

**Modulverantwortliche(r):**

Helmreich, Brigitte

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Helmreich, Brigitte

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38023: Natürliche Aufbereitungsverfahren | Engineered Natural Treatment Systems

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird im Rahmen einer 60 minütigen Klausur erbracht. Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die Grundlagen und Mechanismen verschiedener natürlicher Aufbereitungsverfahren verstanden wurden und einfache Anlagen anhand bestehender Regelungen geplant und ausgelegt werden können. Die Antworten erfordern überwiegend eigene Formulierungen, wobei auch Fragen zum Ankreuzen von vorgegebenen Einfach- oder Mehrfachantworten und Rechenaufgaben gestellt werden. Neben einem nicht programmierbaren Taschenrechner sind keine weiteren Hilfsmittel zugelassen. Notwendige Unterlagen werden während der Klausur zur Verfügung gestellt.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Water and Wastewater Treatment Engineering

#### Inhalt:

In diesem Modul sollen Prozesse und Anwendungen natürlicher Aufbereitungsverfahren vermittelt werden. Wesentliche abiotische Eliminationsprozesse und mikrobielle Umsetzungsprozesse in natürlichen Verfahren werden zunächst allgemein diskutiert und anschließend bezogen auf die konkreten Anwendungen von Horizontal- und Vertikalfiltern in Pflanzenkläranlagen, der Uferfiltration und verschiedene Anwendungen der Grundwasseranreicherung besprochen. Das Modul umfasst zusätzlich ingenieurtechnische Aspekte der Planung und des Betriebs von natürlichen Aufbereitungsverfahren sowie Inhalte aus der aktuellen Forschung zur Optimierung

natürlicher Aufbereitungsverfahren und zu deren Kombination mit anderen Verfahren im Rahmen einer Wasserwiederverwendung.

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

- Die wesentlichen Mechanismen und Einflussgrößen zur Entfernung von Wasserinhaltsstoffen in natürlichen Verfahren zu beschreiben
- Mikrobielle Prozesse und deren Dynamik in natürlichen Aufbereitungsverfahren zu erklären
- Basierend auf vorhandenen Auslegungsgrößen ein Design für eine dezentrale Pflanzenkläranlage auszuwählen
- Die wesentlichen Methoden und Einsatzbereiche der Uferfiltration und der künstlichen Grundwasseranreicherung zu charakterisieren und deren Potential zur Gestaltung einer zukünftigen Wasserwirtschaft zu diskutieren

**Lehr- und Lernmethoden:**

Die Modulveranstaltung wird in Form eines Seminars angeboten, in dem die Inhalte in Form einer Vorlesung mit Diskussion vermittelt werden. Darüber hinaus werden gezielt Inhalte von den Studierenden in Gruppenarbeit erarbeitet. Zusätzliche Exkursionen dienen der Vertiefung und Diskussion der gelernten Inhalte.

**Medienform:**

Präsentationen, Gruppenarbeit

**Literatur:**

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Modulverantwortliche(r):**

Hübner, Uwe (u.huebner@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Natürliche Aufbereitungsverfahren (Seminar, 2 SWS)

Hübner U [L], Hübner U

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38024: Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik | Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120minütigen Klausur bestehend aus Fragen zum grundlegenden Verständnis sowie kleineren Rechenaufgaben.

Ziel der schriftlichen Prüfung ist der Nachweis, dass die grundlegende Herangehensweise an typische Aufgabenstellungen in Bereichen weitergehende Wasserreinigung und Anaerobtechnik, Wasserwiederverwendung und Energierückgewinnung aus urbanen Reststoffströmen verstanden wurde und für die korrekte Anwendung der unterschiedlichen Verfahrensansätze (u.a. Verfahrenskonzepte zur Anaerobtechnik und Energierückgewinnung) vergleichend analysiert und bewertet werden können. Anhand praxisbezogener Problemstellungen können sie die Anwendung von Standortanalysen für die Wasserwiederverwendung sowie die im Zusammenhang stehenden Gefährdungspotentiale erklären und unter Berücksichtigung des technischen Regelwerks und der gesetzlichen Anforderungen die Entwicklung von Prozessoptimierungen fallspezifisch darstellen.

Dazu müssen in begrenzter Zeit Problemstellungen analysiert werden und Lösungswege gefunden und umgesetzt werden. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach oder Mehrfachantworten, wobei der Schwerpunkt auf kurzen Rechenaufgaben liegt.

Für die Klausur sind bis auf einen nichtprogrammierbaren Taschenrechner keine Hilfsmittel zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Water and Wastewater Treatment Engineering

### **Inhalt:**

- Einführung, Gesetzliche und technische Anforderungen zur Wasserwiederverwendung und Meerwasserentsalzung
- Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung für nicht-Trinkwasserzwecke
- Prozesse und Verfahrenskombinationen für die Wasserwiederverwendung zu Trinkwasserzwecken
- Weitergehende Wasseraufbereitungsverfahren: Ozon und Advanced Oxidation Processes (AOPs), Adsorption an Aktivkohle (PAC, GAC), Hochdruckmembranverfahren (Nanofiltration, Umkehrosmose)
- Risikobewertung
- Grundlagen des anaeroben Abbaus
- Modellierung anaerober Abbauprozesse
- Klärschlammbehandlung (Einführung, Landwirtschaftliche und thermische Verwertung, Phosphorrückgewinnung)
- Substratvorbehandlung zum verbesserten anaeroben Abbau
- Co-Vergärung
- Deammonifikation und CANDO
- Power-to-Gas

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, Anlagen zur Wasserwiederverwendung zu verstehen und bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit zu analysieren und zu bewerten. Zudem sind sie in der Lage, die Standortanalyse unter Berücksichtigung urbaner und natürlicher Gegebenheiten anzuwenden, um Gefährdungspotentiale zu bewerten und auf Basis des technischen Regelwerks und gesetzlichen Anforderungen Prozessoptimierungen zu entwickeln.

Darüber hinaus sind die Studierenden nach der erfolgreichen Teilnahme in der Lage, sich an die grundlegenden Verfahrenskonzepte zur Anaerobtechnik und Energierückgewinnung zu erinnern, passende Verfahren für unterschiedlichen Fragestellungen auszuwählen und anzuwenden, die jeweiligen Vor und Nachteile der unterschiedlichen Verfahren für die konkrete Anwendung zu analysieren und vergleichend zu bewerten sowie einfache Ansätze zur Berechnung und Dimensionierung derer zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen. Theoretische Grundlagen sowie aktuelle Richtlinien werden im Rahmen von Präsentationen in den Vorlesungen vermittelt. Mittels Beispielaufgaben in der Vorlesung werden Lösungsansätze für die korrekte Anwendung der erlernten Verfahrensansätze diskutiert und beispielhaft Berechnungen durchgeführt. In der anschließenden Übung wenden die Studierenden das Gelernte auf weitergehende Aufgaben



an. Das Selbststudium wird durch die Bereitstellung weiterführender Fachliteratur in Moodle unterstützt.

**Medienform:**

Powerpoint Präsentationen, Tafel, Übungen in Moodle

**Literatur:**

Wird über Moodle bereitgestellt

**Modulverantwortliche(r):**

Jörg Drewes (j.drewes@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU38028: Prozesssimulation und Design von Kläranlagen | Water Resource Recovery Process Simulation and Design

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2017

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>67 | <b>Präsenzstunden:</b><br>23         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Erreichung der Lernergebnisse des Kurses wird durch zwei freiwillige Mid-terms und eine benotete Projektarbeit geprüft.

Für das Projekt werden die Studierenden mit der dynamischen Simulationssoftware BioWin ein Modell eines realen Abwasserbehandlungssystems entwickeln und verschiedene Optionen für eine wesentliche Aufrüstung der Anlage zum Erreichen neuer Einleitungsziele auswerten. Die Fähigkeiten der Studierenden, die die Theorie der Abwasserbehandlung aus den Vorlesungen in der Entwicklung von Behandlungssystemmodellen anzuwenden, Simulationen durchzuführen, Simulationsergebnisse in grafischer und tabellarischer Form zu analysieren und zu präsentieren und die Konstruktionsentwürfe zu formulieren, wird getestet. Im finalen Projekt wird auch die Fähigkeit der Studierenden geprüft, die Rolle der wichtigsten Prozesse zur Rückgewinnung von Ressourcen bei der Erreichung von Behandlungszielen zu erklären sowie die Designansätze und die operativen Kontrollparameter für diese Prozesse zu beschreiben.

Der erste freiwillige Zwischenprüfung wird auch die Fähigkeiten der Studierenden beurteilen, Abwasserbehandlungsprozesse mit BioWin zu modellieren. Allerdings wird die Modellierungsaufgabe weiter eingeschränkt als für das abschließende Projekt, und der Schwerpunkt liegt auf der Beurteilung der Fortschritte der Studierenden bei der Beherrschung der BioWin-Plattform. Die Fertigstellung der Modellentwicklung und Simulationen sowie die Vorbereitung des schriftlichen Berichts sollen 8 bis 10 Stunden dauern.

Für die zweite freiwillige Aufgabe werden die Studierenden einzeln oder paarweise arbeiten, um ein Modellierungs-Tutorial zu entwickeln. Die Studierenden präsentieren Hintergrundinformationen über das Modell, das gelehrt wird, und die modellierte Abwasserbehandlung und führen ihre Kommilitonen durch die Fertigstellung des Tutorials. Der erfolgreiche Abschluss der freiwilligen Zwischenprüfungen führt zu einer Verbesserung von 0,3 in der Modulgesamtnote.

## **Wiederholungsmöglichkeit:**

### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Water and Wastewater Treatment Engineering

### **Inhalt:**

Dieser Kurs verknüpft die Theorie der Abwasserbehandlung aus dem Modul Water and Wastewater Treatment Engineering mit der ingenieurtechnischen Praxis zu Design und Simulation von Prozessen in Kläranlagen. Wesentliche Konzepte im Zusammenhang mit der Planung und dem Betrieb von entscheidender Prozesse (einschließlich Belebungsstufe, Nitrifikation, biologische Nährstoffentfernung, Rieselfilter, anaerobe Behandlung und Verfahren der Schwebstoffabtrennung) werden behandelt. Darüber hinaus wird der Kurs den Studierenden das dynamische Modellierungs-Softwarepaket (BioWin) vorstellen. Die Studierenden lernen die Anwendung ingenieurtechnischer Ansätze zur Modellierung von Kläranlagen und zur Simulation deren Leistung mit Hilfe der Software BioWin.

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Auf Basis von Behandlungs- und Rückgewinnungszielen angepasste Fließschemata für Kläranlagen zu entwickeln und die Rolle der verschiedenen Behandlungsstufen zu erklären,
- Die wesentlichen Ansätze und Steuerungsparameter für die Auslegung von Behandlungs- und Rückgewinnungsprozessen zu beschreiben,
- Mit Hilfe der dynamischen Simulationssoftware BioWin Modelle von Kläranlagen zu erstellen und stationäre und dynamische Simulationen der Leistung bei konstantem und variable Zulaufbedingungen durchzuführen,
- Datentabellen und Abbildungen mit BioWin zu erstellen und Modellentwicklung in BioWin in Form eines Berichts zu beschreiben,
- Simulationsergebnisse zu bewerten und darauf basierend Empfehlungen für eine ingenieurtechnische Auslegung zu entwickeln.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Vorlesungen und aktive Übungen zur Problemlösung werden kombiniert, um die Prinzipien der wichtigsten Behandlungsverfahren zu vermitteln, damit sichergestellt wird, dass alle Studierenden den notwendigen Hintergrund haben, um sinnvolle Modelle zu erstellen und nützliche Simulationen durchzuführen. Hands-on Tutorials werden verwendet, um den Studierenden zu zeigen, wie Modelle von Abwasserbehandlungssystemen aufbaut und Simulationen mit der von vielen Ingenieurbüro verwendeten Software BioWin durchgeführt werden können. Die Studierenden werden auch einzeln oder zu zweit daran arbeiten, neue Tutorials für zusätzliche Modellfunktionen zu entwickeln. Die Studierenden werden Aufgaben zur Abwasserbehandlung und zum Design von Anlagen ausarbeiten und ein eigenes Projekt entwickeln, um Fähigkeiten der Modellierung und kreative Problemlösungskompetenz zu fördern.

**Medienform:**

Modellierung und Tutorials am PC

**Literatur:**

Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Fifth Edition, Metcalf and Eddy, Inc. (M&E) by G. Tchobanoglous, F. L. Burton, and H. D. Stensel, ISBN-13: 978-0-07-340118-8

**Modulverantwortliche(r):**

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prof. Jennifer Becker

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46038: Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement | Principles and Applications of Land Management

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The assessment is based on a written exam of 90 minutes with open questions. Such open question test to which extent students can individually formulate feasible and plausible answers in their own words in relation to descriptions, explanations and analysis of basic conceptualisations of land management and landscape management. In addition, the open question should test to which extent students are able to formulate judgements and appropriate solutions for land management challenges and formulate appropriate research questions in relation to land management themes. During the exam only a hardcopy dictionary and a calculator are allowed.

Note in view of the limitations on university operations as a result of the CoViD19 pandemic: If the basic conditions (hygiene, physical distance rules, etc.) for a classroom-based examination cannot be met, the planned form of examination can be changed to a written or oral online examination in accordance with §13a APSO. The decision about this change will be announced as soon as possible, but at least 14 days before the date of the examination by the examiner after consultation with the board of examiners of the respective study program.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic understanding of of law and environmental systems.

**Inhalt:**

This module will provide foundational knowledge for sustainable land management in both rural and urban areas by a combination of two complementary approaches: land administration and landscape planning.

Land administration comprises of 4 fundamental components: cadastral land surveying, land registration, land valuation and land development. These components together rely on a land information infrastructure and provide the basis for systematic and comprehensive land interventions.

The module will address the guiding principles, formal instruments and procedural elements of Landscape Planning; present methodological approaches for the assessment of natural assets and landscape functions including methods and tools for data collection, analysis and evaluation; illustrate target formulation and implementation strategies with examples from the planning practice.

**Lernergebnisse:**

On successful completion of the module, participants should:

1. recognize, describe and explain core concepts and principles of responsible and smart land management, land administration and landscape management.
2. explain and apply basic tools, instruments and procedural elements of land administration (including cadastral mapping and land registration) and landscape management.
3. select appropriate methods and tools to design assess natural assets and landscape functions.
4. judge and assess the role and application of land management tools and instruments in the context of sustainable development challenges and requirements.
5. be able to transfer principles and apply tools of land management to secure land tenure, develop and plan urban and rural regions in a responsible and sustainable manner.

**Lehr- und Lernmethoden:**

This module relies on active learning methods. The required background knowledge on each of the topics is introduced via both verbal/frontal lectures and via open access background papers and articles (which students have to read and comprehend during and via self study hours). Students are required to apply this knowledge either individually and/or in groups in exercises. The exercises are structured such that students have to combine different sources in order to derive and formulate feasible answers and/or solutions. The exercises are based on actual cases in both Germany and abroad. These seminar type exercises aim to transfer this knowledge for developing a tenure responsive and/or ecologically sustainable strategy at the neighbourhood and/or a national scale. Through these exercises the application of knowledge is practiced. For the exam these knowledge application experiences are required.

**Medienform:**

Lectures provide subject specific knowledge; class discussions of selected readings engage students in critical thinking.

**Literatur:**

Haaren, Chr. v., Galler, C. & S. Ott (2008): Landscape planning. The basis of sustainable landscape development. Ed. by Federal Agency for Nature Conservation; Further thematic reading will be made available in connection with the lectures and the seminar

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Walter Timo de Vries wt.de-vries@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement (Vorlesung, 4 SWS)

de Vries W, Pauleit S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BGU46039: Ethik in Wissenschaft und Technologie | Ethics in Science and Technology

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2016/17

|                               |                              |                                          |                                                         |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Zweisemestrig   | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>90 | <b>Präsenzstunden:</b><br>90                            |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt über eine wissenschaftliche Ausarbeitung (max. 5 Seiten).

Die Studierenden nehmen aktiv am Seminar teil und beteiligen sich an den Diskussionen. Die zusammenfassenden Diskussionen ermöglichen den Studierenden eine kontinuierliche Überprüfung ihrer Argumentationskompetenz. Durch das Studium von Vertiefungstexten und Projektbeispielen erwerben sich die Studierenden Kenntnisse über die gesellschaftlichen Herausforderungen des Themenkomplexes "Nexus - Water-Food-Energy" und präsentieren diese in einem Vortrag (ca. 20 Minuten) und begründen ihren Standpunkt in einer schriftlichen Zusammenfassung.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Semesterende

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Studierende müssen zunächst das Basis Seminar besuchen um dann in der fortgeschrittenen Veranstaltung das Wissen in der Projektarbeit zu vertiefen.

#### Inhalt:

NaturwissenschaftlerInnen und IngenieurInnen in der Wissenschaft und in der Wirtschaft stehen teils unvermittelt zu Beginn ihrer beruflichen Laufbahn vor moralischen Herausforderungen, auf die sie das traditionelle Studium meist kaum vorbereitet hat. Diese können in der Diskussion aktueller Ereignisse mit Laien genauso wie in der Entscheidung zur Verwirklichung naturwissenschaftlicher Innovationen in Forschung und Industrie in Erscheinung treten. In einem einführenden Seminar



erarbeiten die Studierenden Grundmodelle ethischer Argumentationen. Anschließend bearbeiten sie praxisnah ethische Herausforderungen mit konkreten Projektbeispielen aus dem Nexus - Themenkomplex "Water-Food-Energy".

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden entwickeln ein besseres Verständnis für die Natur des wissenschaftlichen Arbeitens im Rahmen von interdisziplinären Zusammenhängen (Nexus - Water, Food, Energy). Sie lernen die wichtigsten ethischen Theorien kennen und können diese anwenden. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, fachliche und normative Dimensionen eines Problems professionell zu trennen und mit Hilfe nachvollziehbar gewichteter Kriterien zu einer Entscheidung zu kommen. Die Kompetenzen Problemdifferenzierung, reflektorische Argumentation und kritische Urteilskraft werden explizit gefördert. Die Studierenden können interdisziplinäre Projektarbeiten einschätzen und bewerten.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Textlektüre, Erschließung der Inhalte von Vorträgen, Problemdifferenzierung, Referate, Einzel- und Gruppenarbeit, Diskussion, Präsentation und schriftliche Ausarbeitung.

**Medienform:**

Reader, Powerpoint, Filme, Webplattform

**Literatur:**

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. rer. nat. Eva Sandmann sandmann@tum.de

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Ethik in Wissenschaft und Technologie - Teil 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Sandmann E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BGU46040: Meeres- und Windenergie | Ocean and Wind Energy [OWE]**

*Potentiale, Grundlagen und technische Möglichkeiten der Nutzung von Meeres- und Windenergie*

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                              |                                           |                                      |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch  | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>6         | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulprüfung ist eine schriftliche Klausur von 90 Minuten Dauer. Hilfsmittel sind nicht zugelassen.

Durch die Klausur wird überprüft, ob die Studierenden in der Lage sind, in begrenzter Zeit Lösungswege in Bezug auf die Abschätzung der Potenziale regenerativer Energiequellen, des Technologieeinsatzes der Meeres- und Windenergie sowie der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen dieser Energieträger aufzuzeigen. In den allgemeinen Fragen wird das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Technologie und Randbedingungen in Planungen und Auslegungen von Energiewandlungsanlagen abgeprüft.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

Folgesemester

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Grundständiges Wissen in Hydromechanik,

z.B. Vorlesungen

Fluidmechanik, Modul-Kennung BV410008

Hydromechanik, Modul-Kennung BV410013

Fluid- und Festkörpermechanik, Modul-Kennung BV410014

**Inhalt:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und gibt einen Überblick über die regenerativen Energiequellen Wind- und Meeresenergie und die Technologien zu deren Nutzung in Grundlagen und Beispielen.

Für die erneuerbaren Energieträger Windenergie und Meeresenergie (Gezeiten- Strömungs-, thermische, osmotische und Wellenenergie) werden jeweils folgende Aspekte betrachtet:

- \* Überblick über die grundsätzlichen Nutzungsmöglichkeiten
- \* Entstehung, Größe und Verteilung der Potentiale
- \* historische Entwicklung der Technologie zur energetischen Nutzung
- \* theoretische Grundlagen der Energiewandlung
- \* Funktionsweise, Aufbau und Eigenschaften der etablierten als auch von vorgeschlagene oder in der Entwicklung befindlichen Technologien
- \* Überblick über frühere, aktuelle und vorgeschlagene Projekte
- \* Installation und Betrieb, Umweltauswirkungen.
- \* Grundlagen der Konstruktion und Planung

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreicher Teilnahme im Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die Potentiale der regenerativen Energieformen Wind- Meeresenergie zu kennen und zu bewerten
- die Prozesse zu verstehen, durch die diese regenerativen Energieformen entstehen
- die etablierten und neu vorgeschlagene Technologien zu deren Nutzung zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten
- die physikalischen und technischen Grundlagen der Energiewandlung zu verstehen und anzuwenden
- Auslegungen und Planung von Anlagen der genannten Energiewandlungsanlagen zu verstehen und vorzunehmen
- die ökologischen Auswirkungen dieser Energiewandlungsanlagen zu bewerten
- die Unsicherheiten und Risiken der Technologien abzuschätzen
- die ökonomischen Chancen und Risiken der Technologien einzuschätzen

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Die theoretischen Vorlesungsinhalte werden in Form eines Vortrags präsentiert, gestützt durch PowerPoint-Präsentationen und Tafelarbeit. Begleitende Übungsbeispiele und Diskussionen zu relevanten Beispielen ermöglichen den Studierenden, sich einzubringen und die Zusammenhänge zu intensivieren.

**Medienform:**

Power Point Präsentation mit Filmsequenzen und Animationen

**Literatur:**

Hau, Erich; Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Springer, Berlin; 2nd rev. ed. (15. November 2005) ISBN-10: 9783540242406, ISBN-13: 978-3540242406

Hau, Erich; Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer, Berlin; Auflage: 4., vollst. neu bearb. Aufl. (Januar 2008) ISBN-10: 3540721509, ISBN-13: 978-3540721505

Kaltschmitt, Martin; Renewable Energy: Technology, Economics and Environment Springer Berlin Heidelberg (9. Dezember 2009), ISBN-10: 3642089941, ISBN-13: 978-3642089947

Kaltschmitt, Martin; Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Berlin; Auflage: 4., aktualis., korrig. u. erg. A. (25. August 2009), ISBN-10: 9783540282044, ISBN-13: 978-3540282044

Gasch, Robert; Windkraftanlagen, Teubner B.G. GmbH; 4. Auflage, Dezember 2005, ISBN-10: 3519363348, ISBN-13: 978-3519363347

Gasch, Robert, Jochen Twele; Wind Power Plants, Fundamentals, Design, Construction and Operation. ISBN: 978-3-642-22937-4 (Print) 978-3-642-22938-1

Charlier, R.H. and Finkl, C.W.: Ocean Energy – Tide and Tidal Power; Springer Verlag Berlin / Heidelberg 2009, ISBN 978-3-540-77932-2

Ross, David; Power from the Waves; Oxford University Press, 1995, ISBN 0-19-856511-9

McCormick, Michael E.: Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications Inc., Mineola, New York 2007; ISBN 978-0-486-46245-5

Arthur Pecher, Jens Peter Kofoed, Editors: Handbook of Ocean Wave Energy, Springer Open, Ocean Engineering & Oceanography ISBN 978-3-319-39888-4 ISBN 978-3-319-39889-1 (eBook)

**Modulverantwortliche(r):**

Tobias Liepert (tobias.liepert@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV170009: Internationales Wasserrecht | International Water Rights and Politics [GRAMBOW]**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2011/12

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Closed book written exam (60 min)

Only dictionary allowed and a simple calculator.

The exam in this module is a written exam in which the students have to answer questions in the field of water rights and regulations in an international context.

The comprehension of the lecture contents is also checked by some transfer questions, which are oriented on the presented exemplary areas of application.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Bachelor in Civil Engineering or Environmental Engineering

#### **Inhalt:**

The world water situation is critical. In a first part this is illustrated by showing examples and discussions of international indicators. This should provide the necessary understanding, how policy and law affect this development of problems;

Part two of the course discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

Part two discusses detailed the principles of solutions, which the world has described in the Agenda 21, the approach of Sustainability and the derived Integrated Water Resource Management (IWRM). The basics of good water governance (law and policy) are worked out by introducing the handling of complex structures and check lists like the ten principles of sustainability. This is spiced by enhanced administrative tools and basics of state philosophy.

Part three shows and discusses practical solutions: EU- Water Frame Directive; basics of water law at the example of the German WHG and the Bavarian BayWG, Water Policy and Good Governance in practice and the strategy of implementation.

The whole lecture includes a discussion of concrete examples from all over the world, delivered by the teacher and the students.

### **Lernergebnisse:**

After completion of the module students will be able to understand the meaning of water for the global development and the multi-dependent system of world environment. They will also understand the important role and principle of sustainability. They will be able to use the sustainable approach for design and construction including balancing the aspects of economy, ecology and social effects and also the usage of integrality (IWRM) and the approaches of efficiency and sufficiency. They will know the basic lines of good water policy and good governance understand the challenges and principles of worldwide water law.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

In order to complete the module successfully, the knowledge transfer must take place predominantly by practical examples. These examples are provided through a slide presentation. Where possible, also video clips are presented to make contents more clear.

### **Medienform:**

PowerPoint Presentation and Script

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

Franz Zunic (franz.zunic@tum.de)

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Internationale Wasserpolitik und Recht (Vorlesung, 2 SWS)

Grambow M ( Fuchs Y )

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### BV180006: Hydrochemie | Hydrochemistry

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2018/19

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 60 minütigen schriftlichen Klausur. In der schriftlichen Prüfung erbringen die Studierenden den Nachweis, dass sie die wesentlichen Grundlagen und Zusammenhänge der Wasserchemie verstanden haben und wesentliche Redox- und Korrosionsprozesse sowie Wasserinhaltsstoffe bewerten und erste Lösungsansätze zur Behandlung entwickeln können.

Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen, teils Ankreuzen von vorgegeben Einfach- oder Mehrfachantworten, teils Erstellung von Reaktionsgleichungen. In der Klausur ist ein Taschenrechner zugelassen.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie aus dem zweiten und dritten Semester des Bachelor Umweltingenieurwesen (oder äquivalent) sind Voraussetzung für das Verständnis der Vorlesungsinhalte.

#### Inhalt:

In der Vorlesung werden physikalische und chemische Grundlagen wie pH-Wert, Wasser als Reaktionspartner und Lösungsmittel, Säure- und Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, etc. vermittelt. Des Weiteren wird das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und sein Einfluss auf natürliche Wassersysteme vorgestellt. Ein Teil der Vorlesung beschäftigt sich zudem mit natürlichen und



anthropogenen Wasserinhaltsstoffen, ihre Herkunft und ihr Verbleib. Korrosionsprozesse sind ebenso Schwerpunkt der Vorlesung.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden verstehen die Grundlagen und Zusammenhänge wichtiger Wassereigenschaften und Wasserinhaltsstoffe. Sie können Redoxreaktionen anwenden und Korrosionsprozesse bewerten. Sie sind in der Lage natürliche und anthropogene organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe zu bewerten und daraus Behandlungsmethoden zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Theoretische Grundlagen der Wasserchemie werden im Rahmen von Vorlesungen vermittelt. Die erforderlichen Berechnungen werden durch Hörsaalübungen im Rahmen der Vorlesung anhand von praktischen Anwendungen veranschaulicht.

**Medienform:**

Beamer, board

**Literatur:**

Stumm, W., Morgan, J.J.: Aquatic Chemistry. John Wiley & Sons, 1996, 3rd ed., ISBN: 0-471-51184-6

Grohmann, A.N., Jekel, M., Grohmann, A., Szewzyk, R., Szewzyk, U.: Wasser. De Gruyter Verlag, 2011, ISBN 978-3-11-021308-9

Reemtsma, T., Jekel, M.: Organic Pollutants in the Water Cycle. Wiley-VCH, Weinheim, ISBN-10: 3-527-31297-8

**Modulverantwortliche(r):**

Apl. Prof. Dr. Brigitte Helmreich (b.helmreich@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Hydrochemistry (Vorlesung, 2 SWS)

Helmreich B [L], Helmreich B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV380004: Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen | Microbiology of Groundwater Ecosystems**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2011

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Voraussetzung für den Besuch der Vorlesung sind Grundlagen in Ökologie und Mikrobiologie.

#### **Inhalt:**

Die Vorlesung beinhaltet

-eine Einführung in die Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen

"was unterscheidet sie

" poröse im Vergleich zu Karst-und zerklüftete Systeme

" Organismusrepertoire

"Energetische Einschränkungen

"Heterotrophie gegen Autotrophie

"Case study:Lithoautotrophe Ökosysteme in Kavernen (Frassassi, Movile)

-Mikrobiologische Grundlagen

" Wie ist eine bakterielle Zelle aufgebaut

" Wie wird Biomasse in Zellen umgewandelt - Anpassungseffizienzen

" Wachstum im Untergrund wie schnell reproduzieren Mikroben

" Transport- und Migrationsraten - wie schnell kann ein Bakterium schwimmen

-Mikroben in Grundwasser und Aquifer

- " Die Grenzen des Lebens
- " Räumliche und zeitliche Verteilung
- " sessil gegen ortsgebunden
- " Gibt es Biofilme in Aquiferen?
- " ruhend gegen aktiv
- " Case study: Verteilung von Bakterien in ursprünglichen (Anif) und kontaminierten (Flingern) Aquiferen

-Viren im Untergrund

- " Was ist ein Virus
- " Natürliche und pathogene Viren
- " Lytische gegen lysogenic Viren
- " Der virale Abzweig Komponenten des mikrobiellen Nahrungsnetz
- " Virale Kontrolle mikrobieller Aktivitäten
- " Case study: Der granitische Aquifer der ASPÖ Festgesteinslaboratorium in Schweden

-Mikrobielle Vielfalt im Untergrund

- " konzeptionelle Rahmenbedingungen
- " Methoden zur Untersuchung mikrobieller Vielfalt
- " Antriebskräfte
- " Case study: Ausgewählte Kohlenwasserstoffkontaminierte Aquifere

-Mikrobielle Aktivität im Untergrund

- " Aerobe gegen anaerobe Lebensgewohnheiten
- " Wichtige anaerobe Atmungen
- " Thermodynamische Einschränkungen
- " die wichtigsten Redoxprozesse
- " Case study: Das Terr Ölkontaminierte Aquifer in Flingern

-Trophe Interaktionen in Aquiferen

- " Syntrophie, Symbiosen
- " Mikrobielle Nahrungsnetze und trophische Kanäle
- " Protozoen, Fungi
- " Grundwasser-Fauna
- " Case study: Das Karstsystem von Rax und Schneealpe

-Funktion des Grundwasser Ökosystems

- " Wasserreinigung und Trinkwasserproduktion
- " Biologischer Abbau
- " Wasserausgleich und Grundwasserabhängige Ökosysteme
- " Mikroben als Bioindikatoren
- " Entwicklung von ökologischen Geräuschüberwachungsszenarien

" Case study: Das UBA Projekt

-Grundwasserverunreinigung und mikrobielle biologische Abbaubarkeit

" die wichtigsten Schadstoffe im Grundwasser

" künftige Schadstoffe

" Grundwasserrecht und EU-Wasserrahmenrichtlinie

" Was ist abbaubar und was nicht?

" Case study: Duftende Kohlenwasserstoffe

-Charakterisierung mikrobieller Lebensgemeinschaften

" Molekulare Analysen von Lebensgemeinschaften

" Identifizierung von Schlüsselfiguren

" Bestimmung von in situ Aktivitäten

" Markierung als ein Werkzeug zur Identifizierung von Schlüsselprozessen

-Leben im tiefen Untergrund

" Gibt es Leben unabhängig vom Festland?

" Radiolyse, geogene Elektronendonatoren

" Mikrobiologie tiefer geothermaler Wässer

-(Bio)Sanierungsstrategien für kontaminierte Grundwässer

" Injizierung von Elektronenakzeptoren/ -donatoren

" Biologischer Zuwachs

" Reaktive Grenzen

" Überwachung von natürlicher Schwächung

Dieses Modul kann als Ergänzung der Veranstaltungen "Grundlagen Ökologie" und "Mikrobiologie" betrachtet werden.

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden sind in der Lage, die Mikrobiologie und Biogeochemie von Grundwasserökosystemen zu bewerten, was essentiell für das Verständnis von Untergrundprozessen inklusive der Formation geologischer Einheiten wie auch Transport und Abbau von Schadstoffen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Neben der klassischen Präsentation gibt es interaktive Arbeiten (wie z.B. Diskussion individueller Fragen und das Bearbeiten einzelner Übungen in kleinen Gruppen). Die Studierenden sind aktiv in die Lehre und den Lernprozess integriert. Dabei werden aktuelle Schulungswerkzeuge verwendet. Angewandte Übungen mit Problemen des täglichen Lebens und kurze Filme komplettieren die Vorlesung.

**Medienform:**

Beamer, zusätzlich Skripte

**Literatur:**

Allgemeine und einführende Literatur: Chappelle, F.H. (2000) Ground-Water Microbiology and Geochemistry, Wiley; Griebler, C. & Mösslacher, F. (2003) Grundwasser-Ökologie, UTB-Facultas, Wien. Specific literature will be distributed in form of scientific articles.

**Modulverantwortliche(r):**

Brigitte Helmreich (b.helmreich@bv.tu-muenchen.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### **BV470017: Advanced GIS für Umweltingenieure - Anwendungen | Advanced GIS for Environmental Engineering - Applications**

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2020

|                               |                                     |                                          |                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90         | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>75 | <b>Präsenzstunden:</b><br>15         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### **Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:**

Die Modulleistung wird in zwei mündlichen Vorträgen, einer Zwischen- und einer Endpräsentation, sowie einem abschließenden schriftlichen Bericht zur Projektarbeit überprüft. Die Bearbeitung des Projekts erfolgt außerhalb der Präsenzstundenzeit. Die Betreuung des Projekts erfolgt in wöchentlichen Gesprächen mit den Betreuern. Die Studierenden müssen nachweisen, dass sie in der Lage sind, eine Problemstellung aus der Geoinformatik selbstständig zu lösen und die Lösung sowohl in mündlicher als auch schriftlicher Form darzustellen.

Die Gewichtung der Gesamtnote ergibt sich wie folgt: Vorträge (Zwischen- und Endpräsentation) 30% und Bericht zur Projektarbeit 70%.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

#### **Wiederholungsmöglichkeit:**

#### **(Empfohlene) Voraussetzungen:**

Es werden Grundkenntnisse der Geoinformatik vorausgesetzt.

**Inhalt:**

Vertiefung der Kenntnisse in Geoinformatik durch eigenständige Projektarbeit evtl. mit Kooperationen zu Behörden und Wirtschaft. Bearbeitung sowohl angewandter als auch forschungsnaher Fragestellungen aus dem Bereich der Geoinformatik.

**Lernergebnisse:**

Nach den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage Konzepte zur Realisierung projektbezogener Aufgaben aus dem Bereich der Geoinformatik zu entwickeln.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Projektarbeit, selbstständiges Lösen einer Problemstellung aus der Geoinformatik. Betreuung durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter. Mittels einer Zwischenevaluierung und eines Abschlussvortrags sollen die Studierenden das Präsentieren von Projekten üben.

**Medienform:**

Präsentationen,  
Simulations-, GIS- und Datenbanksoftware.

**Literatur:**

Literaturhinweise werden vom Betreuer der Projektarbeit gegeben.

**Modulverantwortliche(r):**

Thomas H. Kolbe (thomas.kolbe@tum.de)

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW1475: Regenerative Energiesysteme 1 | Renewable Energy Technology 1 [RET I]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die 60 minütige Prüfung besteht aus Kurzfragen und kurzen Berechnungen zu bestimmten Aspekten der vorgestellten Themengebieten. Zugelassene Hilfsmittel sind Schreibutensilien sowie ein nicht programmierbarer Taschenrechner.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der Thermodynamik und Fluidmechanik.

#### Inhalt:

Inhalte:

Die Vorlesung liefert einen Einblick in die erneuerbaren Energiequellen und die vorhandenen Technologien zu deren Nutzung. Zudem werden die politische Rahmenbedingungen, gesellschaftliche und ökologische Aspekte von einem globalen Standpunkt aus thematisiert. Die Vorlesung richtet sich vorwiegend an fachfremde Studenten, die sich in einer Vorlesung einen Überblick über moderne regenerative Energiesysteme verschaffen möchten.

Die Vorlesung RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY (Unterrichtssprache Englisch) ist in zwei Module zu je 3 ECTS unterteilt (je eines pro Semester), beginnend mit „RET I“ im Wintersemester. Das anschließende Modul „RET II“ wird im Sommersemester angeboten.

Die Vorlesung wird von verschiedenen Institutionen der TUM unterstützt: Lehrstuhl für Energiesysteme, Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme, Lehrstuhl für



Windenergie, Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft sowie dem Institut „Laboratory of Steam Boilers and Thermal Plants“ der Nationalen Technischen Universität Athen.

Das Modul „RET I“ behandelt folgende Themen:

- Grundlagen
- Biomasse
- Geothermie
- Windkraft

Im Modul „RET II“ werden folgende Themen behandelt:

- Wasserkraft
- Solarthermie
- Photovoltaik

Ab dem Wintersemester 2017/2018 wird die Reihenfolge getauscht angeboten:

Das Modul „RET I“ Sommersemester:

- Grundlagen
- Biomasse
- Geothermie
- Wasserkraft

Im Modul „RET II“ Wintersemester:

- Windkraft
- Solarthermie
- Photovoltaik

### **Lernergebnisse:**

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Grundprinzipien der wichtigsten erneuerbaren Energien zu verstehen.

Sie kennen die Einsatzgebiete und Grenzen der behandelten erneuerbaren Energieformen und können die technischen, physikalischen und wirtschaftlichen Hauptzusammenhänge der jeweiligen Technologie erklären.

Zu den wichtigsten technologischen Lösungen der einzelnen erneuerbaren Energieformen kennen sie vertiefte Details und können die Technologien der einzelnen erneuerbaren Energieformen für typische Anwendungsfälle gegeneinander abgrenzen.

Die Studenten können aus den behandelten Technologien für die gängigen Anwendungsfälle, sowie den damit verbundenen üblichen Problemstellungen geeignete Lösungsvarianten auswählen.

Die Studenten kennen ebenso die ökologischen, wirtschaftlichen und ggf. sozialen Auswirkungen der ausgeführten Technologien und können deren Auftreten erklären.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

90min Vorlesung einschließlich Diskussion pro Woche. Studenten sind dazu angehalten, sich aktiv an der Diskussion zu beteiligen. Vor- und Nachbereitung nötig, um die Inhalte vollständig erfassen zu können.

**Medienform:**

Powerpointpräsentationen

**Literatur:**

Deutsche Literatur:

Kaltschmitt, Martin: Erneuerbare Energien. Springer Verlag, Berlin

Quaschning, Volker: Regenerative Energiesysteme. Technologie - Berechnung - Simulation. Carl Hanser Verlag, München

Heliß, Michael: Regenerative Energiequellen. Praktikum. Springer Verlag, Berlin

Mohr, Markus: Chancen erneuerbarer Energiequellen. Springer Verlag, Berlin

Englische Literatur:

Spliethoff, Hartmut: Power Generation from Solid Fuels. Springer Verlag, Berlin

Boyle: Renewable Energy. Oxford University Press

Kaltschmitt, Martin: Renewable Energy: Technological Foundations, Economical and Environmental Aspects. Springer Verlag, Berlin

Wengenmayr, Roland: Renewable Energy: Sustainable Energy Concepts for the Future. Wiley-VCH Verlag

International Energy Agency: Energy Technology Perspectives - Scenarios & Strategies to 2050

International Energy Agency: World Energy Outlook

**Modulverantwortliche(r):**

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Regenerative Energiesysteme I (Vorlesung, 2 SWS)

Gschnaidtner T [L], Spliethoff H, Gschnaidtner T, Wieland C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### MW1476: Regenerative Energiesysteme 2 | Renewable Energy Technology 2 [RET II]

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2012

|                               |                             |                                          |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig    | <b>Häufigkeit:</b><br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>3         | <b>Gesamtstunden:</b><br>90 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>60 | <b>Präsenzstunden:</b><br>30         |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die 60 minütige Prüfung besteht aus Kurzfragen und kurzen Berechnungen zu bestimmten Aspekten der vorgestellten Themengebieten. Zugelassene Hilfsmittel sind Schreibutensilien sowie ein nicht programmierbarer Taschenrechner.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der Thermodynamik und Fluidmechanik.

#### Inhalt:

Inhalte:

Die Vorlesung liefert einen Einblick in die erneuerbaren Energiequellen und die vorhandenen Technologien zu deren Nutzung. Zudem werden die politische Rahmenbedingungen, gesellschaftliche und ökologische Aspekte von einem globalen Standpunkt aus thematisiert. Die Vorlesung richtet sich vorwiegend an fachfremde Studenten, die sich in einer Vorlesung einen Überblick über moderne regenerative Energiesysteme verschaffen möchten.

Die Vorlesung RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY (Unterrichtssprache Englisch) ist in zwei Module zu je 3 ECTS unterteilt (je eines pro Semester), beginnend mit „RET I“ im Wintersemester. Das anschließende Modul „RET II“ wird im Sommersemester angeboten.

Die Vorlesung wird von verschiedenen Institutionen der TUM unterstützt: Lehrstuhl für Energiesysteme, Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme, Lehrstuhl für

Windenergie, Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft sowie dem Institut „Laboratory of Steam Boilers and Thermal Plants“ der Nationalen Technischen Universität Athen.

Das Modul „RET I“ behandelt folgende Themen:

- Grundlagen
- Biomasse
- Geothermie
- Windkraft

Im Modul „RET II“ werden folgende Themen behandelt:

- Wasserkraft
- Solarthermie
- Photovoltaik

Ab dem Wintersemester 2017/2018 wird die Reihenfolge getauscht angeboten:

Das Modul „RET I“ Sommersemester:

- Grundlagen
- Biomasse
- Geothermie
- Wasserkraft

Im Modul „RET II“ Wintersemester:

- Windkraft
- Solarthermie
- Photovoltaik

### **Lernergebnisse:**

Die Studenten sollen zwischen fossilen und erneuerbaren Energieträgern unterscheiden können, das Potential zur Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Grundprinzipien der wichtigsten erneuerbaren Energien zu verstehen.

Sie kennen die Einsatzgebiete und Grenzen der behandelten erneuerbaren Energieformen und können die technischen, physikalischen und wirtschaftlichen Hauptzusammenhänge der jeweiligen Technologie erklären.

Zu den wichtigsten technologischen Lösungen der einzelnen erneuerbaren Energieformen kennen sie vertiefte Details und können die Technologien der einzelnen erneuerbaren Energieformen für typische Anwendungsfälle gegeneinander abgrenzen.

Die Studenten können aus den behandelten Technologien für die gängigen Anwendungsfälle, sowie den damit verbundenen üblichen Problemstellungen geeignete Lösungsvarianten auswählen.

Die Studenten kennen ebenso die ökologischen, wirtschaftlichen und ggf. sozialen Auswirkungen der ausgeführten Technologien und können deren Auftreten erklären.

**Lehr- und Lernmethoden:**

90min Vorlesung einschließlich Diskussion pro Woche. Studenten sind dazu angehalten, sich aktiv an der Diskussion zu beteiligen. Vor- und Nachbereitung nötig, um die Inhalte vollständig erfassen zu können.

**Medienform:**

Powerpointpräsentationen

**Literatur:**

Deutsche Literatur:

Kaltschmitt, Martin: Erneuerbare Energien. Springer Verlag, Berlin

Quaschnig, Volker: Regenerative Energiesysteme. Technologie - Berechnung - Simulation. Carl Hanser Verlag, München

Heliß, Michael: Regenerative Energiequellen. Praktikum. Springer Verlag, Berlin

Mohr, Markus: Chancen erneuerbarer Energiequellen. Springer Verlag, Berlin

Englische Literatur:

Spliethoff, Hartmut: Power Generation from Solid Fuels. Springer Verlag, Berlin

Boyle: Renewable Energy. Oxford University Press

Kaltschmitt, Martin: Renewable Energy: Technological Foundations, Economical and Environmental Aspects. Springer Verlag, Berlin

Wengenmayr, Roland: Renewable Energy: Sustainable Energy Concepts for the Future. Wiley-VCH Verlag

International Energy Agency: Energy Technology Perspectives - Scenarios & Strategies to 2050

International Energy Agency: World Energy Outlook

**Modulverantwortliche(r):**

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Modulbeschreibung

### SZ0301: Deutsch als Fremdsprache A1.1 | German as a Foreign Language A1.1

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Wintersemester 2019/20

|                                        |                              |                                           |                              |
|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Bachelor/Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch   | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b>           |
| <b>Credits:*</b><br>6                  | <b>Gesamtstunden:</b><br>180 | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>120 | <b>Präsenzstunden:</b><br>60 |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

#### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

1 schriftlicher End Term Test 90 min. (100%) - keine Hilfsmittel erlaubt

In der schriftlichen Prüfung werden die in der Modulbeschreibung angegebenen Lernergebnisse geprüft. Sie beinhaltet Fragen zur Anwendung von Wortschatz und Grammatik, zu Text- bzw. Leseverstehen, sowie Aufgaben zur freien Textproduktion. Das Hörverstehen wird anhand von Hörbeispielen mit Hörverstehens-Fragen überprüft, die schriftlich beantwortet werden müssen. Mündliche Reaktionsfähigkeiten werden anhand der Anwendung entsprechender Redemittel in schriftlichen Dialogbeispielen überprüft.

#### Wiederholungsmöglichkeit:

#### (Empfohlene) Voraussetzungen:

#### Inhalt:

In diesem Modul werden Grundkenntnisse in Deutsch als Fremdsprache unter Berücksichtigung interkultureller und landeskundlicher Aspekte vermittelt, die es den Studierenden ermöglichen, sich in alltäglichen Grundsituationen - z.B. beim Einkaufen, im Restaurant, im öffentlichen Verkehr etc. - trotz geringer Sprachkenntnisse zurechtzufinden.

Sie lernen/üben grundlegendes Vokabular zu Themen wie Familie, Beruf, Freizeit und Ernährung, Plural der Nomen, Personal- und Demonstrativpronomen und einfache Negationsformen, einfache Fragen zur Person/zur Familie zu stellen und zu beantworten, Zahlen, Preise und Uhrzeiten zu

verstehen und zu benutzen und in einfach strukturierten Hauptsätzen Alltägliches im Präsens zu berichten.

Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, den Lernprozess in der Fremdsprache eigenverantwortlich und effektiv zu gestalten. Die Studierenden üben Teamkompetenz durch kooperatives Handeln in multinational gemischten Gruppen.

### **Lernergebnisse:**

Das Modul orientiert sich am Niveau A1 des GER.

Nach Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage alltägliche Ausdrücke und sehr einfache Sätze zu verwenden, die auf die Befriedigung konkreter Bedürfnisse des alltäglichen Bedarfs zielen: Er/Sie kann sich und andere vorstellen und anderen Leuten Fragen zu ihrer Person stellen und auf Fragen dieser Art Antwort geben, in einfacher Weise Tagesabläufe beschreiben und einfache schriftliche Mitteilungen zur Person machen. Er /Sie kann seine/ihre Wünsche kommunizieren, wenn die Gesprächspartner deutlich und langsam sprechen und bereit sind zu helfen.

### **Lehr- und Lernmethoden:**

Das Modul besteht aus einem Seminar, in dem die angestrebten Lerninhalte mit gezielten Hör-, Lese-, Schreib- und Sprechübungen erarbeitet werden. Durch die Kombination dieser Übungen in Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit wird der kommunikative und handlungsorientierte Ansatz umgesetzt. Durch kontrolliertes Selbstlernen grundlegender grammatischer Phänomene und Kommunikationsmuster in der Fremdsprache mit vorgegebenen (online-) Materialien werden die im Seminar vermittelten Grundlagen vertieft.

Freiwillige Hausaufgaben (zur Vor- und Nacharbeitung) festigen das Gelernte.

### **Medienform:**

Lehrbuch; multimedial gestütztes Lehr- und Lernmaterial (Tafel, Folie, Übungsblätter, Bild, Film, etc.), auch online

### **Literatur:**

### **Modulverantwortliche(r):**

### **Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Deutsch als Fremdsprache A1.1 (Seminar, 4 SWS)

Bakker S, Comparato G, Graf G, Gröbl J, Jennert J, Jokl H, Knappe A, Lechle K, Neumeier M, Pinskaia I, Pletschacher T, Rey-Adell B, Sabel B, Schlüter J, Schmidt-Bender S, Steidten R  
Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Master Thesis | Master's Thesis

### Modulbeschreibung

## BV00MTUI: Master's Thesis | Master's Thesis

Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Modulbeschreibungsversion: Sommersemester 2018

|                               |                                     |                                           |                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Modulniveau:</b><br>Master | <b>Sprache:</b><br>Deutsch/Englisch | <b>Semesterdauer:</b><br>Einsemestrig     | <b>Häufigkeit:</b><br>Wintersemester/<br>Sommersemester |
| <b>Credits:*</b><br>30        | <b>Gesamtstunden:</b><br>900        | <b>Eigenstudiums-<br/>stunden:</b><br>900 | <b>Präsenzstunden:</b>                                  |

\* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

### Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus folgenden Leistungen:

- Wissenschaftliche Ausarbeitung in Form einer Master's Thesis: Mit der Master's Thesis demonstrieren die Studierenden, dass sie in der Lage sind, durch die eigenständige Konzeption und Durchführung einer praktischen Forschungsarbeit ein Problem aus dem Bereich des Masterstudiengangs unter Berücksichtigung der fachlichen Ansätze und unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden eigenständig zu lösen (100% der Modulnote).
- Abschlussvortrag am Ende: Mit dem Abschlussvortrag wird überprüft, ob der Studierende Vorgehen und Ergebnisse einem Fachpublikum strukturiert vorstellen, reflektieren und diskutieren kann (Studienleistung, muss bestanden werden).

### Wiederholungsmöglichkeit:

### (Empfohlene) Voraussetzungen:

Zulassungsbescheid des Prüfungsausschusses, der einen ausreichenden Studienfortschritt gem. FPSO bescheinigt.

### Inhalt:

Die Studierenden bearbeiten eigenverantwortlich mit wissenschaftlichen Methoden ein mit einer fachlich Prüfenden Person aus der Fakultät abgestimmtes Forschungsthema, das sich mit einer Problemstellung aus dem Bereich des Masterstudiengangs beschäftigt.



**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, eine anspruchsvolle wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs zu definieren bzw. ein Problem in bestehende Theorien einzuordnen, aus den im Studium erlernten Methoden geeignete zu identifizieren, zu diskutieren und in einer zur Problemstellung passenden Methodik zusammenzustellen und diese anzuwenden, Ergebnisse kritisch zu interpretieren, selbstständig Schlüsse zu ziehen und diese den fachlich Prüfenden und einem interessierten Fachpublikum zu präsentieren sowie mit ihnen zu diskutieren. Sie können dazu relevante Literatur selbstständig heranziehen. Sie haben einen Zeitplan für ihre Thesis / einen Projektplan erstellt und können diese / diesen innerhalb der vorgesehenen Frist erfüllen.

**Lehr- und Lernmethoden:**

Durch die Teilnahme an der Modulveranstaltung üben die Studierenden die Tätigkeiten einer Ingenieurin oder eines Ingenieurs. Dabei besitzt die Master's Thesis den Charakter einer Forschungsarbeit, in der nicht nur manuelle Tätigkeiten und Berechnungen gefordert werden, sondern auch planerische, methodische und konzeptionelle Komponenten enthalten sind, die dem umfassenden Aufgabenspektrum im Berufsleben entsprechen und demnach eine wissenschaftliche Ingenieurstätigkeit darstellen.

Die Studierenden bearbeiten einzeln, eine individuelle fachliche Aufgabenstellung. Dies geschieht insbesondere in selbständiger Arbeit der Studierenden.

Sie bekommen - abhängig vom individuellen Thema - eine/n eigene/n fachlich Prüfenden zugeordnet. Die Prüfenden helfen den Studierenden insbesondere zu Beginn der Arbeit, indem sie in das Fachthema einführen, bei der Suche nach geeigneter Literatur unterstützen und hilfreiche Tipps sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung und des Vortrags geben.

**Medienform:**

Eigenstudium / praktische Tätigkeit unter Führung eines fachlichen Prüfers

**Literatur:**

z.B. einschlägige Literatur zur gewählten Thematik

**Modulverantwortliche(r):**

Studiendekan

**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte [campus.tum.de](https://campus.tum.de) oder [hier](#).

## Alphabetisches Verzeichnis der Modulbeschreibungen

### A

---

|                                                                                                                                                       |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU46027] Abrupte Strömungsänderungen im Wasserbau</b>   Rapidly varying<br>Flows in Hydraulic Engineering                                        | 125 - 127   |
| <b>[BGU60018] Abschätzung von seltenen Ereignissen und<br/>Versagenswahrscheinlichkeiten</b>   Estimation of Rare Events and Failure<br>Probabilities | 314 - 316   |
| <b>[WZ2757] Advanced Environmental and Natural Resource Economics</b>  <br>Advanced Environmental and Natural Resource Economics                      | 506 - 507   |
| <b>[BV470017] Advanced GIS für Umweltingenieure - Anwendungen</b>   Advanced<br>GIS for Environmental Engineering - Applications                      | 1158 - 1159 |
| <b>[BV650002] Advanced Topics in Building Information Modeling</b>   Advanced<br>Topics in Building Information Modeling [BIMAdv]                     | 934 - 935   |
| <b>[BV440007] Algorithmen und Datenstrukturen</b>   Algorithms and Data<br>Structures                                                                 | 871 - 873   |
| <b>[BGU46026] Alpine Naturgefahren</b>   Alpine Hazards [Ri+Kr]                                                                                       | 122 - 124   |
| <b>[BGU46026] Alpine Naturgefahren</b>   Alpine Hazards [Ri+Kr]                                                                                       | 287 - 289   |
| <b>[BGU46026] Alpine Naturgefahren</b>   Alpine Hazards [Ri+Kr]                                                                                       | 602 - 604   |
| <b>[WZ1648] Altlastensanierung - Vorlesung und Seminar</b>   Remediation of<br>Contaminated Sites - Lecture and Seminar                               | 285 - 286   |
| <b>[WZ1647] Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen</b>   Remediation of<br>Contaminated Sites - Lecture and Exercises                             | 282 - 284   |
| <b>[WZ1647] Altlastensanierung - Vorlesung und Übungen</b>   Remediation of<br>Contaminated Sites - Lecture and Exercises                             | 482 - 484   |
| <b>[BV580010] Analysemethoden - Statistik und GIS</b>   Analysis Methods -<br>Statistics and GIS                                                      | 915 - 918   |
| <b>[WZ2736] Analytical Characterization of Soil Resources</b>   Analytical<br>Characterization of Soil Resources                                      | 1102 - 1103 |
| <b>[CH3121] Analytische und Organische Umweltchemie</b>   Analytical and Organic<br>Environmental Chemistry                                           | 60 - 61     |
| <b>[BGU38019] Anaerobtechnik und Energierückgewinnung</b>   Anaerobic<br>Processes and Energy Recovery                                                | 433 - 434   |
| <b>[BGU38019] Anaerobtechnik und Energierückgewinnung</b>   Anaerobic<br>Processes and Energy Recovery                                                | 565 - 566   |
| <b>[BGU38029] Angewandtes Labor zur Weitergehenden Wasserbehandlung</b>  <br>Unit Operations Laboratory on Advanced Water Treatment                   | 48 - 49     |
| <b>[WZ6339] Angewandte Fließgewässerrenaturierung</b>   Applied River<br>Restoration                                                                  | 487 - 488   |
| <b>[WZ6415] Angewandte Limnologie (V+Ü)</b>   Applied Limnology                                                                                       | 494 - 495   |
| <b>[BGU68008] Angewandte Verkehrsmodelle</b>   Applied Transport Models<br>[Angewandte Verkehrsmodellierung]                                          | 349 - 350   |

|                                                                                                                                                   |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU68008] Angewandte Verkehrsmodelle</b>   Applied Transport Models<br>[Angewandte Verkehrsmodellierung]                                      | 740 - 741   |
| <b>[BGU68007] Angewandte Verkehrsmodellierung</b>   Applied Transport Modeling<br>[Angewandte Verkehrsmodellierung]                               | 737 - 739   |
| <b>[BGU68009] Angewandte Verkehrsplanung in Entwicklungsländern</b>   Applied Transport Planning in Developing Countries                          | 742 - 743   |
| <b>[BGU56050T2] Angewandte Verkehrstechnik und Verkehrsplanung</b>   Applied Traffic Engineering and Transport Planning [AVTP]                    | 397 - 399   |
| <b>[BGU37016] Anwendungsgerechte Optimierung mineralischer Baustoffe</b>   Optimization of building materials for practical applications          | 551 - 553   |
| <b>[BGU62059] Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen</b>   Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA] | 236 - 238   |
| <b>[BGU62059] Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen</b>   Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA] | 707 - 709   |
| <b>[BGU62059] Anwendung einer Lebenszyklusanalyse für Bauingenieurwesen</b>   Application of an Life Cycle Assessment for Civil Engineering [LCA] | 1115 - 1117 |
| <b>[BGU62043] Aspects of Sustainable Urbanism</b>   Aspects of Sustainable Urbanism                                                               | 234 - 235   |
| <b>[BGU62043] Aspects of Sustainable Urbanism</b>   Aspects of Sustainable Urbanism                                                               | 700 - 701   |
| <b>[WI000231] Asset Management</b>   Asset Management                                                                                             | 519 - 521   |
| <b>[AR30055] Automatisierung und Robotik im Bauwesen</b>   Automation & Robotics in Construction [ARC]                                            | 491 - 493   |
| <b>[BGU56055] Autonome Fahrzeuge und Verkehrsmittel</b>   Autonomous Vehicles and Transportation Systems [AFV]                                    | 400 - 401   |

## B

---

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV360011] Bauphysik in der Forschung</b>   Building Physics in Research                                                           | 837 - 839 |
| <b>[BV110006] Bauphysik in der Praxis</b>   Building Physics in Practice                                                              | 788 - 790 |
| <b>[BV340008] Bau von Verkehrsinfrastruktur</b>   Construction of Traffic Infrastructure                                              | 832 - 834 |
| <b>[BV500005] Bauen mit Geokunststoffen für Umweltingenieure</b>   Building with Geosynthetics for Environmental Engineers [BmGk UI]  | 279 - 281 |
| <b>[BV560009] Bedienung und Angebot des Öffentlichen Nahverkehrs</b>   Public Transport Operations and Supply                         | 376 - 377 |
| <b>[BGU38011] Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement</b>   Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management | 31 - 33   |

|                                                                                                                                       |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU38011] Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement</b>   Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management | 71 - 73     |
| <b>[BGU38011] Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Regenwassermanagement</b>   Wastewater Conveyance Systems and Stormwater Management | 559 - 561   |
| <b>[BGU50009] Bodendynamik und geotechnisches Erdbebeningenieurwesen</b>   Soil Dynamics and Geotechnical Earthquake Engineering      | 259 - 261   |
| <b>[WZ1825] Bodenkunde</b>   Soil Science                                                                                             | 1090 - 1092 |
| <b>[BV120008] Bodenmechanisches Praktikum</b>   Soil Mechanics Lab [BMP]                                                              | 273 - 274   |
| <b>[BV120008] Bodenmechanisches Praktikum</b>   Soil Mechanics Lab [BMP]                                                              | 796 - 797   |
| <b>[BV400009] Bodenordnung und Bodenpolitik</b>   Land Management and Land Policy                                                     | 366 - 369   |
| <b>[BV400009] Bodenordnung und Bodenpolitik</b>   Land Management and Land Policy                                                     | 846 - 849   |
| <b>[WZ6332] Böden der Welt: Eigenschaften und Schutz</b>   Soils of the World: Properties and Protection                              | 489 - 490   |
| <b>[BV650001] Building Information Modeling</b>   Building Information Modeling [BIM]                                                 | 931 - 933   |

## C

---

|                                                                                                                                      |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[WI001223] Challenges in Energy Markets</b>   Challenges in Energy Markets                                                        | 1074 - 1075 |
| <b>[WZ1590] Climate Change Economics</b>   Climate Change Economics                                                                  | 1085 - 1087 |
| <b>[BV030011] Computational Linear Algebra</b>   Computational Linear Algebra                                                        | 773 - 775   |
| <b>[BGU44014T2] Computergestützte Berechnungsverfahren in den Ingenieurwissenschaften II</b>   Computation in Engineering II [CIE 2] | 593 - 595   |
| <b>[BV610020] Computerunterstützte Verkehrsplanung mit Matlab</b>   Computer Aided Traffic Engineering with Matlab                   | 923 - 925   |
| <b>[WI001172] Core Topic: Politics &amp; Governance</b>   Core Topic: Politics & Governance                                          | 1064 - 1066 |
| <b>[WI000091] Corporate Finance</b>   Corporate Finance                                                                              | 474 - 476   |
| <b>[WI001072] Corporate Sustainability</b>   Corporate Sustainability [Corp Sust Bc]                                                 | 1048 - 1050 |
| <b>[WI001057_E] Cost Accounting</b>   Cost Accounting                                                                                | 1043 - 1044 |

## D

---

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV600011] Datenanalyse für IngenieurInnen mit Matlab</b>   Engineering Data Analysis with Matlab [DAM] | 921 - 922 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                                             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BV030012] Datenbanken für Ingenieure   Engineering Databases [EngDB]</b>                                                                                                | 776 - 777   |
| <b>[POL60700] Democracy in the Digital Age   Democracy in the Digital Age</b>                                                                                               | 1015 - 1016 |
| <b>[CLA30704] Denken, Erkennen und Wissen   Thinking, Perceiving, and Knowing</b>                                                                                           | 976 - 977   |
| <b>[AR30309] Denkmalpflege heute I   Conservation of historical buildings today I</b>                                                                                       | 534 - 535   |
| <b>[AR30331] Denkmalpflege heute II   Conservation of historical buildings today II</b>                                                                                     | 539 - 540   |
| <b>[MW1969] Desalination   Desalination</b>                                                                                                                                 | 62 - 63     |
| <b>[SZ0301] Deutsch als Fremdsprache A1.1   German as a Foreign Language A1.1</b>                                                                                           | 1166 - 1167 |
| <b>[BGU66023D2] Die gesättigte und ungesättigte Zone: Prozessverständnis und Modellierung   The Saturated and the Unsaturated Zone: Process Understanding and Modelling</b> | 157 - 159   |
| <b>[BGU66023D2] Die gesättigte und ungesättigte Zone: Prozessverständnis und Modellierung   The Saturated and the Unsaturated Zone: Process Understanding and Modelling</b> | 716 - 718   |
| <b>[BGU70004] Diskrete Wahlmethoden für Verkehrssystemanalyse   Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis</b>                                             | 357 - 359   |
| <b>[BGU70004] Diskrete Wahlmethoden für Verkehrssystemanalyse   Discrete Choice Methods for Transportation Systems Analysis</b>                                             | 750 - 752   |
| <b>DTU Programm - TUM Module   DTU Program - TUM Modules</b>                                                                                                                | 1128        |

## E

---

|                                                                                                                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[WI000021_E] Economics I - Microeconomics   Economics I - Microeconomics [VWL 1]</b>                                         | 511 - 513   |
| <b>[WI001204] Economics of Water Use, Regulation and Markets   Economics of Water Use, Regulation and Markets</b>               | 1071 - 1073 |
| <b>[BGU45037] Einführung in die Erdsystemforschung   Introduction to Earth System Science</b>                                   | 1112 - 1114 |
| <b>[BGU48029] Einführung in die Photogrammetrie und Fernerkundung   Introduction to Photogrammetry and Remote Sensing [PFG]</b> | 634 - 635   |
| <b>[EI1289] Elektrotechnik   Electrical Engineering</b>                                                                         | 988 - 990   |
| <b>[BV410015] Energieeffizienz   Energy Efficiency</b>                                                                          | 863 - 864   |
| <b>[BV170051] Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen   Energy Economics and Hydro Power [GODDE]</b>                           | 144 - 145   |
| <b>[BV170051] Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen   Energy Economics and Hydro Power [GODDE]</b>                           | 459 - 460   |
| <b>[BV170051] Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen   Energy Economics and Hydro Power [GODDE]</b>                           | 808 - 809   |
| <b>[BGU36010] Energie-Gebäude-Stadt   Energy-Building-City</b>                                                                  | 228 - 230   |
| <b>[WI000946] Energy Markets I   Energy Markets I</b>                                                                           | 1038 - 1040 |

|                                                                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[WI001125] Energy Markets II   Energy Markets II</b>                                                                                  | 1053 - 1055 |
| <b>[POL62200] Energy Transformation   Energy Transformation</b>                                                                          | 1017 - 1019 |
| <b>[WI001185] Entrepreneurial, Strategic, and International Management  </b><br>Entrepreneurial, Strategic, and International Management | 1067 - 1070 |
| <b>[BV340019] Entwurf und Bemessung von Straßen und Eisenbahnen   Road</b><br>and Rail Design                                            | 419 - 421   |
| <b>[WI000286] Environmental and Natural Resource Economics   Environmental</b><br>and Natural Resource Economics                         | 480 - 481   |
| <b>[POL62400] Environment and Climate Transformation   Environment and</b><br>Climate Transformation                                     | 1020 - 1022 |
| <b>[BV120003] Erd- und Dammbau   Earthworks and Embankments [EuD]</b>                                                                    | 270 - 272   |
| <b>[BV120003] Erd- und Dammbau   Earthworks and Embankments [EuD]</b>                                                                    | 793 - 795   |
| <b>[AR20091] Ergänzende Einführung Städtebau   Supplementary Introduction to</b><br>Urbanism                                             | 526 - 528   |
| <b>[ED0152] Erkenntnis und Kognition (vertieft)   Knowledge and Cognition</b><br>(advanced topics)                                       | 517 - 518   |
| <b>[BGU62052] Erneuerbare Energieversorgung von Gebäuden   Renewable</b><br>Energy Supply in Buildings                                   | 702 - 704   |
| <b>[BGU52020] Erreichbarkeitsplanung   Accessibility Planning [BGU52020]</b>                                                             | 344 - 346   |
| <b>[POL70070] Ethics of Technology   Ethics of Technology</b>                                                                            | 1026 - 1027 |
| <b>[BGU46039] Ethik in Wissenschaft und Technologie   Ethics in Science and</b><br>Technology                                            | 428 - 429   |
| <b>[BGU46039] Ethik in Wissenschaft und Technologie   Ethics in Science and</b><br>Technology                                            | 623 - 624   |
| <b>[BGU46039] Ethik in Wissenschaft und Technologie   Ethics in Science and</b><br>Technology                                            | 1144 - 1145 |
| <b>[CLA21601] Ethik und Verantwortung II   Ethics and Responsibility II</b>                                                              | 970 - 971   |
| <b>[AR30386] European Mega City Regions   European Mega City Regions</b><br>[EMCR]                                                       | 541 - 543   |
| <b>[BGU52016] Evaluation von Verkehrsprojekten und -programmen  </b><br>Evaluation of Transport Projects and Policies                    | 342 - 343   |
| <b>[BGU52016] Evaluation von Verkehrsprojekten und -programmen  </b><br>Evaluation of Transport Projects and Policies                    | 645 - 646   |
| <b>[BGU38027] Exkursionen Siedlungswasserwirtschaft   Field Trips Urban</b><br>Water Systems Engineering                                 | 43 - 44     |

## F

---

|                                                                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU62039] Fallstudien nachhaltiger Quartiers-, Stadt- und</b><br><b>Infrastrukturentwicklungen   Case Studies of Sustainable Urban Developments</b><br>and Infrastructure [FNQSI] | 693 - 696 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                                                |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BV620020] Fallstudien nachhaltiger Quartiers-, Stadt- und Infrastrukturentwicklungen</b>   Case Studies of Sustainable Urban Developments and Infrastructure [FNQSI]       | 928 - 930   |
| <b>Fächerübergreifende Methoden</b>   Cross Cutting Methods                                                                                                                    | 1106        |
| <b>[BGU54021] Fernerkundung in der Hydrologie</b>   Remote Sensing in Hydrology [FEH]                                                                                          | 89 - 91     |
| <b>[BGU54021] Fernerkundung in der Hydrologie</b>   Remote Sensing in Hydrology [FEH]                                                                                          | 674 - 676   |
| <b>[WZ1082] Fischbiologie und Aquakultur</b>   Fish Biology and Aquaculture                                                                                                    | 1076 - 1078 |
| <b>[WZ2394] Fisheries Management</b>   Fisheries Management                                                                                                                    | 430 - 432   |
| <b>[BGU66026] Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers | 170 - 172   |
| <b>[BGU66026] Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers | 453 - 455   |
| <b>[BGU66026] Flache und Tiefe Geothermie von Grundwassersystemen für Umweltingenieure</b>   Shallow and Deep Geothermal Energy Use of Groundwater for environmental Engineers | 724 - 726   |
| <b>[BV460012] Fließgewässer als Lebensraum</b>   Rivers as an Ecosystem [KS_4]                                                                                                 | 109 - 111   |
| <b>[BV460012] Fließgewässer als Lebensraum</b>   Rivers as an Ecosystem [KS_4]                                                                                                 | 146 - 148   |
| <b>[BV460012] Fließgewässer als Lebensraum</b>   Rivers as an Ecosystem [KS_4]                                                                                                 | 877 - 879   |
| <b>[BV410004] Fluidmechanik Praktikum</b>   Fluid Mechanics Lab                                                                                                                | 220 - 222   |
| <b>[BGU41020] Fluidmechanik und Transportmechanismen</b>   Fluid Mechanics and Transport Mechanisms                                                                            | 192 - 194   |
| <b>[BGU41020] Fluidmechanik und Transportmechanismen</b>   Fluid Mechanics and Transport Mechanisms                                                                            | 590 - 592   |
| <b>[BV410013] Fluidmechanik und Turbulenz</b>   Fluid Mechanics and Turbulence                                                                                                 | 860 - 862   |
| <b>[BV170004] Flussbau und Hydromorphologie</b>   River Engineering and Hydromorphology [BUI River]                                                                            | 323 - 324   |
| <b>[BV170004] Flussbau und Hydromorphologie</b>   River Engineering and Hydromorphology [BUI River]                                                                            | 803 - 804   |
| <b>[BGU46047] Flussgebietsmanagement - technische sowie ökologische Rahmenbedingungen und Fallbeispiele</b>   River Management - Technical, Ecological and Practical Aspects   | 140 - 143   |
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers                                 | 165 - 166   |
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers                                 | 215 - 216   |



|                                                                                                                                                |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers | 265 - 266   |
| <b>[BGU66024D2] Fortgeschrittene Grundwassermodellierung für Umweltingenieure</b>   Advanced Groundwater Modelling for Environmental Engineers | 719 - 720   |
| <b>[WI001058] Foundations of Entrepreneurial &amp; Ethical Business</b>   Foundations of Entrepreneurial & Ethical Business                    | 1045 - 1047 |
| <b>[WZ8100] Fundamentals of Climate Change</b>   Fundamentals of Climate Change                                                                | 468 - 469   |
| <b>[WZ8100] Fundamentals of Climate Change</b>   Fundamentals of Climate Change                                                                | 1104 - 1105 |
| <b>[CLA11108] Führung übernehmen</b>   Leadership                                                                                              | 948 - 949   |

## G

---

|                                                                                                                                                                                |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[EI7605] Gassensorik für biomedizinische Anwendungen</b>   Gas Sensing in Biomedical Applications [Gassensorik für biomedizinische Anwendungen]                             | 997 - 999   |
| <b>[CLA20910] Genderkompetenz als Schlüsselqualifikation</b>   Gender Competence as Core Qualification                                                                         | 964 - 965   |
| <b>[BV120062] Geotechnik Vertiefung III</b>   Advanced Geotechnics III [VGEOIII]                                                                                               | 798 - 800   |
| <b>[BGU50008] Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen</b>   Geotechnical Issues in Environmental Engineering                                                     | 256 - 258   |
| <b>[BGU50008] Geotechnische Fragestellungen im Umweltingenieurwesen</b>   Geotechnical Issues in Environmental Engineering                                                     | 639 - 641   |
| <b>[BV180010] Gewässerschutz</b>   River Water Quality Management                                                                                                              | 814 - 815   |
| <b>[CLA20710] Global Diversity Training</b>   Global Diversity Training                                                                                                        | 962 - 963   |
| <b>[BV560011] Governance</b>   Governance                                                                                                                                      | 378 - 380   |
| <b>[BV560011] Governance</b>   Governance                                                                                                                                      | 903 - 905   |
| <b>[CLA21008] Grundlagen der Globalisierungsforschung</b>   Fundamental Principles of Globalisation                                                                            | 966 - 967   |
| <b>[WZ2673] Grundlagen Ökologie und Schutz von Gewässersystemen</b>   Basics Aquatic Ecology and Conservation                                                                  | 1093 - 1095 |
| <b>[BGU66022] Grundwasserhydraulik</b>   Groundwater Hydraulics                                                                                                                | 154 - 156   |
| <b>[BGU50007] Grundwassermanagement und nachhaltige Materialverwendung in der Geotechnik</b>   Ground Water Handling and Sustainable Use of Geomaterials in Civil Construction | 253 - 255   |
| <b>[BGU50007] Grundwassermanagement und nachhaltige Materialverwendung in der Geotechnik</b>   Ground Water Handling and Sustainable Use of Geomaterials in Civil Construction | 636 - 638   |
| <b>[BGU54010] Grundwasser - Hydraulik, Modellierung und Management</b>   Groundwater Hydraulics, Modelling and Management [GHMM]                                               | 654 - 656   |
| <b>[WI001056] Grundzüge der Volkswirtschaftslehre</b>   Principles of Economics                                                                                                | 1041 - 1042 |

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU56033] Güterverkehrskonzepte / Logistik</b>   Freight Transport Concepts / Logistics | 683 - 685 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## H

---

|                                                                                                                                                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU67001] Hangbewegungen</b>   Landslides [P-04]                                                                                                                      | 267 - 269   |
| <b>[BGU67001] Hangbewegungen</b>   Landslides [P-04]                                                                                                                      | 317 - 319   |
| <b>[BGU67001] Hangbewegungen</b>   Landslides [P-04]                                                                                                                      | 727 - 729   |
| <b>[BV530014] Hangbewegungskartierung</b>   Landslide Mapping Course [W-01]                                                                                               | 894 - 897   |
| <b>[BGU54009] Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement</b>   Flood Risk and Flood Management [HWRM]                                                                      | 64 - 67     |
| <b>[BGU54009] Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement</b>   Flood Risk and Flood Management [HWRM]                                                                      | 293 - 296   |
| <b>[BGU54009] Hochwasserrisiko und Hochwassermanagement</b>   Flood Risk and Flood Management [HWRM]                                                                      | 650 - 653   |
| <b>[BV410005] Hydraulik Praktikum</b>   Hydraulics Lab                                                                                                                    | 223 - 225   |
| <b>[BV410005] Hydraulik Praktikum</b>   Hydraulics Lab                                                                                                                    | 852 - 854   |
| <b>[BV180006] Hydrochemie</b>   Hydrochemistry                                                                                                                            | 52 - 53     |
| <b>[BV180006] Hydrochemie</b>   Hydrochemistry                                                                                                                            | 812 - 813   |
| <b>[BV180006] Hydrochemie</b>   Hydrochemistry                                                                                                                            | 1152 - 1153 |
| <b>[BV180051] Hydrochemie Praktikum</b>   Hydrochemistry Lab                                                                                                              | 54 - 55     |
| <b>[BV180051] Hydrochemie Praktikum</b>   Hydrochemistry Lab                                                                                                              | 816 - 817   |
| <b>[BGU66039] Hydrochemie, Korrosion und Scalings in der Geothermie</b>   Hydrochemistry, Corrosion, and Scalings in Geothermal Systems [Hydrochemie, Korrosion Scalings] | 180 - 182   |
| <b>[BV460014] Hydrodynamische Modellierung für Umweltingenieure</b>   Environmental Hydrodynamic Modelling [BUI_4]                                                        | 149 - 150   |
| <b>[BV460014] Hydrodynamische Modellierung für Umweltingenieure</b>   Environmental Hydrodynamic Modelling [BUI_4]                                                        | 327 - 328   |
| <b>[BGU57014] Hydrogeodäsie: Monitoring von Oberflächengewässern aus dem Weltraum</b>   Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space                                | 101 - 103   |
| <b>[BGU57014] Hydrogeodäsie: Monitoring von Oberflächengewässern aus dem Weltraum</b>   Hydrogeodesy: Monitoring surface waters from space                                | 212 - 214   |
| <b>[BGU66025] Hydrogeologie in der Praxis für Umweltingenieure</b>   Applied Hydrogeology for Environmental Engineers                                                     | 167 - 169   |
| <b>[BGU66025] Hydrogeologie in der Praxis für Umweltingenieure</b>   Applied Hydrogeology for Environmental Engineers                                                     | 721 - 723   |
| <b>[BGU66016] Hydrogeologisches Fluid- und Hydrochemisches Laborpraktikum</b>   Hydrogeologic and Hydro Chemical Lab Course [P-14]                                        | 713 - 715   |

|                                                                                                                                                                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU66030] Hydrogeologische und Isotopenchemische Methoden zur Charakterisierung von Grundwassersystemen für Umweltingenieure  </b><br>Hydrogeological and Isotopic Methods for the Characterization of Groundwater Systems for Environmental Engineers | 176 - 179 |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung  </b><br>Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                                                               | 78 - 80   |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung  </b><br>Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                                                               | 195 - 197 |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung  </b><br>Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                                                               | 445 - 447 |
| <b>[BGU54008T2] Hydrologische und ökologische Flussgebietsmodellierung  </b><br>Hydrological and Environmental River Basin Modelling [HERBM]                                                                                                               | 647 - 649 |
| <b>[BV410011] Hydroprojekt   Hydro Project</b>                                                                                                                                                                                                             | 857 - 859 |

|

---

|                                                                                                                                                                            |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU68005] ICT-unterstützte Unternehmensmodelle für urbane Mobilität</b><br>  ICT-Enabled Business Models for Urban Mobility [Unternehmensmodelle für urbane Mobilität] | 405 - 406   |
| <b>[BV000082] Immobilienfinanzierung   Financing of Real Estate [ImmoFin]</b>                                                                                              | 766 - 767   |
| <b>[CLA21213] Individual Change Management   Individual Change Management</b>                                                                                              | 968 - 969   |
| <b>Individuelle Wahlmodule   Personal Elective Modules</b>                                                                                                                 | 470         |
| <b>[BGU38021] Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung   Industrial Wastewater Treatment and Reuse</b>                                                              | 34 - 35     |
| <b>[BGU38021] Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung   Industrial Wastewater Treatment and Reuse</b>                                                              | 567 - 568   |
| <b>[BGU38021] Industrieabwasserreinigung und Wiederverwendung   Industrial Wastewater Treatment and Reuse</b>                                                              | 1131 - 1132 |
| <b>[WI000285] Innovative Unternehmer - Führung von High-Tech Unternehmen   Innovative Entrepreneurs - Leadership of High-Tech Organizations</b>                            | 477 - 479   |
| <b>[BV400021] Instrumente der Bodenordnung und Landentwicklung   Instruments of Land Mobilization</b>                                                                      | 850 - 851   |
| <b>[BGU54011] Integriertes Wasserressourcen Management   Integrated Water Resources Management [IWRM]</b>                                                                  | 68 - 70     |
| <b>[BGU54011] Integriertes Wasserressourcen Management   Integrated Water Resources Management [IWRM]</b>                                                                  | 448 - 450   |
| <b>[BGU54011] Integriertes Wasserressourcen Management   Integrated Water Resources Management [IWRM]</b>                                                                  | 657 - 659   |
| <b>[BV560005] Intelligente Fahrzeuge   Intelligent Vehicles [IF]</b>                                                                                                       | 901 - 902   |
| <b>[BV560023] Intelligente Verkehrssysteme   Intelligent Transport Systems [ITS]</b>                                                                                       | 384 - 386   |

|                                                                                                                                                                                                                                               |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[EI7467] Interdisciplinary Project Internship Concept Development of a Renewable Energy System in a Developing Country</b>   Interdisciplinary Project Internship Concept Development of a Renewable Energy System in a Developing Country | 461 - 462   |
| <b>[CLA20424] Interkulturelle Begegnungen</b>   Intercultural Encounters                                                                                                                                                                      | 960 - 961   |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                                                                                                                                             | 106 - 108   |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                                                                                                                                             | 456 - 458   |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                                                                                                                                             | 805 - 807   |
| <b>[BV170009] Internationales Wasserrecht</b>   International Water Rights and Politics [GRAMBOW]                                                                                                                                             | 1149 - 1151 |
| <b>[WI001122] Introduction to Business Law (MiM)</b>   Introduction to Business Law (MiM) [BusLawMiM]                                                                                                                                         | 1051 - 1052 |
| <b>[WZ2733] Introduction to Soil Science</b>   Introduction to Soil Science                                                                                                                                                                   | 1096 - 1097 |
| <b>[MW2149] Introduction to Wind Energy</b>   Introduction to Wind Energy                                                                                                                                                                     | 1007 - 1009 |
| <b>[WI001138] Investment and Financial Management (MiM)</b>   Investment and Financial Management (MiM)                                                                                                                                       | 1062 - 1063 |

## K

---

|                                                                                                                                                                                    |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[WZ1171] Klimabedingte Herausforderungen für Abwasserbiologie und Ingenieurökologie</b>   Climate change related challenges in sewage treatment biology and engineering ecology | 1079 - 1081 |
| <b>[WZ1171] Klimabedingte Herausforderungen für Abwasserbiologie und Ingenieurökologie</b>   Climate change related challenges in sewage treatment biology and engineering ecology | 1082 - 1084 |
| <b>[AR30294] Klimagerechtes Bauen I</b>   Climate Responsive Building I                                                                                                            | 532 - 533   |
| <b>[AR17041] Klimagerechtes Bauen II</b>   Climate responsive Building II                                                                                                          | 470 - 471   |
| <b>[CLA10269] Kommunikation und Persönlichkeit</b>   Communication and Personality                                                                                                 | 940 - 941   |
| <b>[CLA30267] Kommunikation und Präsentation</b>   Communication and Presentation                                                                                                  | 972 - 973   |
| <b>[CLA20201] Komplexe Systeme</b>   Complex Systems                                                                                                                               | 958 - 959   |
| <b>[CLA11313] Konfliktmanagement und Gesprächsführung</b>   Conflict Management and Conducting Discussions                                                                         | 954 - 955   |
| <b>[BV020001] Kontinuumsmechanik</b>   Continuum Mechanics                                                                                                                         | 770 - 772   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU68011] Konzepte und Operationsmodelle für neue Mobilitätslösungen in gemischtgenutzten Siedlungsentwicklungen</b>   Service Concepts and Operation Models for New Mobility Solutions for Mixed-Use Residential Developments [Angebotskonzepte und Umsetzungsmodelle] | 351 - 353 |
| <b>[AR17054] Konzeptioneller Brandschutz</b>   Conceptual Fire Prevention                                                                                                                                                                                                   | 472 - 473 |

## L

---

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU46034] Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen</b>   Hydraulic Machinery and Plants Laboratory [HMA]                                 | 132 - 133 |
| <b>[BGU46034] Laborübung Hydraulische Maschinen und Anlagen</b>   Hydraulic Machinery and Plants Laboratory [HMA]                                 | 614 - 615 |
| <b>[BGU46032] Laborübung Wasserbauhydraulik</b>   Hydraulics in Water Engineering Laboratory [Labor WB-Hydraulik]                                 | 128 - 129 |
| <b>[BGU46032] Laborübung Wasserbauhydraulik</b>   Hydraulics in Water Engineering Laboratory [Labor WB-Hydraulik]                                 | 610 - 611 |
| <b>[BGU46042] Lebensraummodellierung für Fische und Wirbellose in Flüssen</b>   Modeling of Habitat for Fish and Invertebrates in Rivers [HABSIM] | 631 - 633 |
| <b>[WZ2469] Limnologie der Fließgewässer</b>   Limnology of Running Waters                                                                        | 496 - 497 |
| <b>[BV340021] Luftverkehr und Luftverkehrsanlagen</b>   Air Transport and Airports                                                                | 835 - 836 |

## M

---

|                                                                                                                                                                                                                                             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[WI001129] Marketing and Innovation Management (MiM)</b>   Marketing and Innovation Management (MiM)                                                                                                                                     | 1056 - 1058 |
| <b>Master Thesis</b>   Master's Thesis                                                                                                                                                                                                      | 1168        |
| <b>[BV00MTUI] Master's Thesis</b>   Master's Thesis                                                                                                                                                                                         | 1168 - 1170 |
| <b>[BV000018] Massivbau Grundmodul</b>   Concrete and Masonry Structures Basic Module [MB GM]                                                                                                                                               | 759 - 761   |
| <b>[WZ4206] Material Flow Management and Applications</b>   Material Flow Management and Applications                                                                                                                                       | 485 - 486   |
| <b>[BGU54027] Mathematische Methoden zur Unsicherheitsquantifizierung in der Hydrologie</b>   Mathematical Methods for Uncertainty Quantification in Hydrology [Mathematische Methoden zur Unsicherheitsquantifizierung in der Hydrologie ] | 98 - 100    |
| <b>[BGU46028] Mathematische Modellierung der Hydrodynamik und Wasserqualität in Küstengebieten</b>   Mathematical Modeling of Hydrodynamics and Water Quality in Coastal Regions [COASTAL]                                                  | 605 - 606   |
| <b>[BGU63013] Mauerwerksbau</b>   Masonry Design [MB AK]                                                                                                                                                                                    | 710 - 712   |

|                                                                                                                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BV500003] Mechanik ungesättigter Böden</b>   Unsaturated soil mechanics<br>[UNSATSOIL]                                      | 277 - 278   |
| <b>[BV500003] Mechanik ungesättigter Böden</b>   Unsaturated soil mechanics<br>[UNSATSOIL]                                      | 887 - 888   |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                         | 134 - 136   |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                         | 439 - 441   |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                         | 625 - 627   |
| <b>[BGU46040] Meeres- und Windenergie</b>   Ocean and Wind Energy [OWE]                                                         | 1146 - 1148 |
| <b>[BGU36008] Messtechnik Seminar</b>   Methods of Measurement                                                                  | 546 - 547   |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of<br>Groundwater Ecosystems                          | 56 - 59     |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of<br>Groundwater Ecosystems                          | 185 - 188   |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of<br>Groundwater Ecosystems                          | 840 - 843   |
| <b>[BV380004] Mikrobiologie von Grundwasserökosystemen</b>   Microbiology of<br>Groundwater Ecosystems                          | 1154 - 1157 |
| <b>[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems</b>   Modeling,<br>Control and Design of Wind Energy Systems    | 1010 - 1012 |
| <b>[BV320006] Modellbildung in der Baustatik</b>   Modelling in structural analysis<br>[MB]                                     | 824 - 825   |
| <b>[BV460018] Modelle für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung</b>  <br>Sustainable Water Resources Management                | 882 - 883   |
| <b>[BV580008] Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr</b>   Modelling of<br>Environmental Effects in Transportation [MoDEET] | 339 - 341   |
| <b>[BV580008] Modellieren von Umweltwirkungen im Verkehr</b>   Modelling of<br>Environmental Effects in Transportation [MoDEET] | 912 - 914   |
| <b>[BV180004] Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen</b>  <br>Modelling of Water Quality in Aquatic Systems        | 50 - 51     |
| <b>[BV180004] Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen</b>  <br>Modelling of Water Quality in Aquatic Systems        | 325 - 326   |
| <b>[BV180004] Modellierung der Wassergüte in aquatischen Systemen</b>  <br>Modelling of Water Quality in Aquatic Systems        | 810 - 811   |
| <b>[BGU54026] Modellierung städtischer Überschwemmungen</b>   Urban Flood<br>Modelling [UFM]                                    | 95 - 97     |
| <b>[BGU54026] Modellierung städtischer Überschwemmungen</b>   Urban Flood<br>Modelling [UFM]                                    | 303 - 305   |
| <b>[BGU54026] Modellierung städtischer Überschwemmungen</b>   Urban Flood<br>Modelling [UFM]                                    | 680 - 682   |
| <b>[BGU43026] Modellierung und Simulation in der Strukturmechanik</b>   Modelling<br>and Simulation in Structural Mechanics     | 1109 - 1111 |

|                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU41019] Modellierung und Simulation turbulenter Strömungen</b>   Modeling and Simulation of Turbulent Flows                                            | 198 - 200 |
| <b>[BV520008] Modellierung von Siedlungsstruktur und Verkehr</b>   Land Use and Transportation Modelling                                                     | 370 - 372 |
| <b>[BV530023] Modellprojekt "Prävention gegen alpine Naturgefahren"</b>   Study Project "Prevention against Alpine Natural Hazards" [ModProj]                | 898 - 900 |
| <b>[BGU46033] Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach</b>   Laboratory and Field Exercises at the Oberrach Lab [VAO_2016] | 130 - 131 |
| <b>[BGU46033] Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach</b>   Laboratory and Field Exercises at the Oberrach Lab [VAO_2016] | 204 - 205 |
| <b>[BGU46033] Modelltechnische und flussbauliche Übungen an der Versuchsanstalt Oberrach</b>   Laboratory and Field Exercises at the Oberrach Lab [VAO_2016] | 612 - 613 |
| <b>[MCTS0036] Moderation (RESET)</b>   Moderation (RESET)                                                                                                    | 524 - 525 |
| <b>Modulkatalog</b>   Module List                                                                                                                            | 25        |
| <b>[BGU70002] Multimodaler und intermodaler Güterverkehr</b>   Multimodal and Intermodal Freight Transport [Multimodaler und intermodaler Güterverkehr]      | 354 - 356 |

## N

---

|                                                                                                                                                                                              |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU62041] Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - für Umweltingenieurwesen</b>   Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning - for Environmental Engineering | 231 - 233   |
| <b>[BGU62041] Nachhaltige Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung - für Umweltingenieurwesen</b>   Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning - for Environmental Engineering | 697 - 699   |
| <b>[BGU62053] Nachhaltige Lichttechnik</b>   Sustainable Lighting                                                                                                                            | 705 - 706   |
| <b>[BV110050] Nachhaltigkeit von Gebäuden</b>   Sustainability of Buildings                                                                                                                  | 791 - 792   |
| <b>[WZ1821] Natural Resources - Traits, Management and Theory of Sustainability</b>   Natural Resources - Traits, Management and Theory of Sustainability                                    | 1088 - 1089 |
| <b>[BV040005] Naturnahe Bauweisen</b>   Nature-oriented Care                                                                                                                                 | 104 - 105   |
| <b>[BV040005] Naturnahe Bauweisen</b>   Nature-oriented Care                                                                                                                                 | 778 - 779   |
| <b>[BGU38023] Natürliche Aufbereitungsverfahren</b>   Engineered Natural Treatment Systems                                                                                                   | 39 - 40     |
| <b>[BGU38023] Natürliche Aufbereitungsverfahren</b>   Engineered Natural Treatment Systems                                                                                                   | 569 - 570   |
| <b>[BGU38023] Natürliche Aufbereitungsverfahren</b>   Engineered Natural Treatment Systems                                                                                                   | 1133 - 1134 |

|                                                                                                                                                                      |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BV320009] Nichtlineare Finite Elemente Methode</b>   Nonlinear Finite Element Methods [NFEM]                                                                     | 826 - 827   |
| <b>[SZ1703] Norwegisch B1</b>   Norwegian B1                                                                                                                         | 1036 - 1037 |
| <b>[BV410009] Numerische Gerinnehydraulik</b>   Numerical River Hydraulics [NRH]                                                                                     | 226 - 227   |
| <b>[BV410009] Numerische Gerinnehydraulik</b>   Numerical River Hydraulics [NRH]                                                                                     | 855 - 856   |
| <b>[BV040053] Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD)</b>   Computational Fluid Dynamics [CFD]                                                                | 217 - 219   |
| <b>[BV040053] Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD)</b>   Computational Fluid Dynamics [CFD]                                                                | 320 - 322   |
| <b>[BV040053] Numerische Methoden in der Fluidmechanik (CFD)</b>   Computational Fluid Dynamics [CFD]                                                                | 780 - 782   |
| <b>[BV490053] Numerische Methoden 1 - Grundlagen</b>   Numeric Analysis 1 - Fundamentals [W-06]                                                                      | 329 - 332   |
| <b>[BV490054] Numerische Methoden 2 - Codes</b>   Numeric Analysis 2 - Numerical Modeling [W-07]                                                                     | 333 - 335   |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM] | 87 - 88     |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM] | 163 - 164   |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM] | 451 - 452   |
| <b>[BGU54019] Numerische Modellierung von Wasserbedarf und -Versorgung in ariden Gebieten</b>   Numerical Modeling of Water Demand and Supply in Arid Regions [OWHM] | 672 - 673   |

## O

---

|                                                                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU68010] Objektorientiertes Programmieren für Verkehrsingenieure</b>   Object-Oriented Programming for Transport Engineers [Objektorientiertes Programmieren für Verkehrsingenieure] | 744 - 746 |
| <b>[BGU70003] Optimierung für Verkehrssysteme</b>   Optimisation for Transportation Systems [Optimierung für Transportation Systems]                                                      | 747 - 749 |
| <b>[CH0141] Organische Umweltchemie</b>   Organic Environmental Chemistry                                                                                                                 | 938 - 939 |



## Ö

---

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV360009] Ökobilanzierung</b>   Life-cycle Assessment                                                           | 239 - 241 |
| <b>[BGU46030] Ökologische Modellierung für Oberflächengewässer</b>   Ecological Modeling of Surface Waters [Ecolog] | 201 - 203 |
| <b>[BGU46030] Ökologische Modellierung für Oberflächengewässer</b>   Ecological Modeling of Surface Waters [Ecolog] | 607 - 609 |
| <b>[WZ6407] Ökologische Stadtentwicklung</b>   Urban Ecology                                                        | 250 - 252 |

## P

---

|                                                                                                                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BV440004] Paralleles Rechnen</b>   Parallel Computing                                                                                                       | 868 - 870   |
| <b>[MW1535] Patent-, Marken- und Musterrecht für Ingenieure: Eine Einführung</b>   Introduction to Patent, Trademark and Design Law for Engineers [Patentrecht] | 1005 - 1006 |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 25          |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 64          |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 112         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 154         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 192         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 228         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 253         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 287         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 336         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 384         |
| <b>Pflichtmodule</b>   Required Modules                                                                                                                         | 425         |
| <b>[WZ6115] Planungsbezogenes Umweltrecht</b>   Environmental Law [pIUR]                                                                                        | 500 - 501   |
| <b>[BGU38025] Planung und Betrieb von Kläranlagen</b>   Design and Operation of Wastewater Treatment Plants                                                     | 41 - 42     |
| <b>[BGU38025] Planung und Betrieb von Kläranlagen</b>   Design and Operation of Wastewater Treatment Plants                                                     | 574 - 575   |
| <b>[SZ0806] Portugiesisch A2.1</b>   Portuguese A2.1                                                                                                            | 1028 - 1029 |
| <b>[BV070006] Praktikum Analytik und Prüftechnik</b>   Practical Course Analysis and Testing                                                                    | 783 - 785   |
| <b>[BGU56035] Praktische Anwendung von verkehrstechnischen Verfahren</b>   Practical Application of Traffic Control Methods [PAvVV]                             | 390 - 391   |
| <b>[BGU38022T2] Praktische Aspekte Natürlicher Aufbereitungsverfahren</b>   Practical Aspects of Engineered Natural Treatment Systems                           | 36 - 38     |
| <b>[CLA11301] Präsentationstraining vor der Kamera</b>   Presentation Training with Video Feedback                                                              | 952 - 953   |

|                                                                                                                                                                                                      |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU46038] Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement  </b><br>Principles and Applications of Land Management                                                                             | 425 - 427   |
| <b>[BGU46038] Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement  </b><br>Principles and Applications of Land Management                                                                             | 620 - 622   |
| <b>[BGU46038] Prinzipien und Anwendung von Landschaftsmanagement  </b><br>Principles and Applications of Land Management                                                                             | 1141 - 1143 |
| <b>[BGU60017] Probabilistische Lebenszyklusanalyse und</b><br><b>Unterhaltsmanagement von Infrastrukturbauten  </b> Probabilistic Life Cycle<br>Analysis and Integrity Management of Infrastructures | 311 - 313   |
| <b>[WI001131] Production and Logistics (MiM)  </b> Production and Logistics (MiM)                                                                                                                    | 1059 - 1061 |
| <b>[EI74831] Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems  </b> Project<br>Lab Renewable and Sustainable Energy Systems [PropENS]                                                            | 991 - 993   |
| <b>[EI74831] Project Lab Renewable and Sustainable Energy Systems  </b> Project<br>Lab Renewable and Sustainable Energy Systems [PropENS]                                                            | 1122 - 1124 |
| <b>[BV520009] Projektbewertung und Planungsprozesse im Verkehr  </b> Project<br>Appraisal and Planning Processes in Transportation                                                                   | 373 - 375   |
| <b>[BV520009] Projektbewertung und Planungsprozesse im Verkehr  </b> Project<br>Appraisal and Planning Processes in Transportation                                                                   | 422 - 424   |
| <b>[MW0219] Projektmanagement für Ingenieure  </b> Project Management for<br>Engineers [PM]                                                                                                          | 1003 - 1004 |
| <b>[BGU67003] Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/</b><br><b>Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren  </b> Process analysis, Modelling<br>and Mitigation of Alpine Hazards [W-13]           | 730 - 733   |
| <b>[BGU54016] Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner</b><br><b>Einzugsgebiete  </b> Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments<br>[MPAC]                               | 209 - 211   |
| <b>[BGU54016] Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner</b><br><b>Einzugsgebiete  </b> Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments<br>[MPAC]                               | 297 - 299   |
| <b>[BGU54016] Prozessbasierte Modellierung mesoskaliger voralpiner</b><br><b>Einzugsgebiete  </b> Process Based Modelling of Mesoscale Pre-alpine Catchments<br>[MPAC]                               | 666 - 668   |
| <b>[BGU38028] Prozesssimulation und Design von Kläranlagen  </b> Water<br>Resource Recovery Process Simulation and Design                                                                            | 45 - 47     |
| <b>[BGU38028] Prozesssimulation und Design von Kläranlagen  </b> Water<br>Resource Recovery Process Simulation and Design                                                                            | 576 - 578   |
| <b>[BGU38028] Prozesssimulation und Design von Kläranlagen  </b> Water<br>Resource Recovery Process Simulation and Design                                                                            | 1138 - 1140 |
| <b>Prüfungsmodule  </b> Required Modules                                                                                                                                                             | 1128        |

## Q

---

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV660011] QV Grundwassermodellierung 1   QV Groundwater Modelling 1</b> | 936 - 937 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|

## R

---

|                                                                                                                                                                                  |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BV340001] Rail Design   Rail Design</b>                                                                                                                                      | 828 - 829   |
| <b>[AR71115] Raumökonomie   Spatial Economy [RaumÖ]</b>                                                                                                                          | 498 - 499   |
| <b>[AR30002] Raumökonomie   Spatial Economy [RÖKMA]</b>                                                                                                                          | 529 - 531   |
| <b>[AR30400] Raumprozesse in der Stadt beobachten</b>                                                                                                                            | 544 - 545   |
| <b>[BGU68001] Räumliche Modellierung: Hilfsmittel zur Evaluierung von Planungsstrategien   Spatial Modelling: Tools to Evaluate Planning Strategies [Räumliche Modellierung]</b> | 347 - 348   |
| <b>[MW1475] Regenerative Energiesysteme 1   Renewable Energy Technology 1 [RET I]</b>                                                                                            | 1160 - 1162 |
| <b>[MW1476] Regenerative Energiesysteme 2   Renewable Energy Technology 2 [RET II]</b>                                                                                           | 1163 - 1165 |
| <b>[WZ1552] Regulatory Economics and Policy   Regulatory Economics and Policy</b>                                                                                                | 466 - 467   |
| <b>[WI001255] Ringvorlesung Erneuerbare Energiesysteme im Globalen Süden   Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South</b>                                       | 463 - 465   |
| <b>[WI001255] Ringvorlesung Erneuerbare Energiesysteme im Globalen Süden   Lecture Series Renewable Energy Systems in the Global South</b>                                       | 1125 - 1127 |
| <b>[CLA11200] Ringvorlesung Umwelt: Ökologie und Technik (Interdisziplinäre Vortragsreihe)   Interdisciplinary Lecture Series "Environment: Ecology and Technology"</b>          | 950 - 951   |
| <b>[CLA11317] Ringvorlesung Umwelt: Politik und Gesellschaft (Interdisziplinäre Vortragsreihe)   Interdisciplinary Lecture Series "Environment: Politics and Society"</b>        | 956 - 957   |
| <b>[POL40100] Ringvorlesung: Politics &amp; Technology   Introductory Lecture: Politics and Technology</b>                                                                       | 1013 - 1014 |
| <b>[BV600001] Risikoanalyse   Risk Analysis [RA1]</b>                                                                                                                            | 290 - 292   |
| <b>[BGU60013] Risikobewertung   Risk Assessment [RA2]</b>                                                                                                                        | 306 - 308   |
| <b>[BV340002] Road Design   Road Design</b>                                                                                                                                      | 830 - 831   |

# S

---

|                                                                                                                                                                                                |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU38031] Sanitäre Versorgung im globalen Süden</b>   Sanitation in the Global South                                                                                                       | 582 - 584   |
| <b>[BV450005] Satellitenaltimetrie und Physikalische Ozeanografie</b>   Satellite Altimetry and Physical Oceanography                                                                          | 874 - 876   |
| <b>[CLA90142] Selbstkompetenz - intensiv</b>   Self-Competence - Intensive Course [EDS-M2]                                                                                                     | 980 - 982   |
| <b>[BV110005] Seminar Bauphysik</b>   Seminar Building Physics                                                                                                                                 | 786 - 787   |
| <b>[BGU36011] Seminar klima- und kulturgerechtes Bauen in der Bauphysik</b>   Seminar Climate-Culture-Building in Building Physics [Seminar klima- und kulturgerechtes Bauen in der Bauphysik] | 548 - 550   |
| <b>[BGU54013T2] Seminar Niederschlags-Abfluss Modellierung</b>   Seminar in Rainfall-Runoff Modelling [SRRM]                                                                                   | 206 - 208   |
| <b>[BGU54013T2] Seminar Niederschlags-Abfluss Modellierung</b>   Seminar in Rainfall-Runoff Modelling [SRRM]                                                                                   | 660 - 662   |
| <b>[BGU37019T2] Seminar Ökologisches Bauen</b>   Seminar - Ecology in Building and Construction                                                                                                | 554 - 555   |
| <b>[BV520007] Siedlungsstruktur und Verkehr - Wechselwirkungen und Strategien</b>   Land Use and Transport - Interactions and Strategies                                                       | 336 - 338   |
| <b>[WZ2734] Soil Protection</b>   Soil Protection                                                                                                                                              | 1098 - 1099 |
| <b>[BV620006] Sonderthemen des nachhaltigen Bauens</b>   Special Topics in Sustainable Design                                                                                                  | 245 - 246   |
| <b>[BV620006] Sonderthemen des nachhaltigen Bauens</b>   Special Topics in Sustainable Design                                                                                                  | 926 - 927   |
| <b>[SZ1217] Spanisch B2.2</b>   Spanish B2.2                                                                                                                                                   | 1033 - 1035 |
| <b>[SZ1209] Spanisch C1 - La actualidad en España y América Latina</b>   Spanish C1 - current issues in Spain and Latin America                                                                | 1030 - 1032 |
| <b>[BGU70007] Spezielle Themen zur Modellkalibrierung</b>   Special Topics on Model Calibration [Ausgewählte Themen der Kalibrierung von Verkehrsmodellen]                                     | 413 - 415   |
| <b>[BGU70007] Spezielle Themen zur Modellkalibrierung</b>   Special Topics on Model Calibration [Ausgewählte Themen der Kalibrierung von Verkehrsmodellen]                                     | 753 - 755   |
| <b>[BV430005] Stabilitätstheorie</b>   Stability of Structures                                                                                                                                 | 865 - 867   |
| <b>[EI0699] Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur</b>   Urban Energy Systems and modern infrastructure for cities [STAMSI]                                                  | 247 - 249   |
| <b>[EI0699] Stadtenergiesysteme und moderne städtische Infrastruktur</b>   Urban Energy Systems and modern infrastructure for cities [STAMSI]                                                  | 985 - 987   |
| <b>[BV000086] Stadtplanung und Stadtentwicklung</b>   Town Planning [StPI&Entw]                                                                                                                | 768 - 769   |
| <b>[BV210013] Stadt- und Regionalplanung</b>   Urban und Regional Planning [SRP]                                                                                                               | 363 - 365   |
| <b>[BV210013] Stadt- und Regionalplanung</b>   Urban und Regional Planning [SRP]                                                                                                               | 821 - 823   |

|                                                                                                                                                                                                                                               |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU70006] Statistisches Lernen und Datenanalyse für Verkehrssysteme  </b><br>Statistical Learning and Data Analytics for Transportation Systems [Statistisches<br>Lernen und Datenanalyse für Verkehrssysteme]                            | 410 - 412   |
| <b>[BGU38030] Statistisch-stochastische Prognosen des baulich-betrieblichen<br/>Zustands von Entwässerungssystemen  </b> Statistical-Stochastic Forecasts of the<br>Structural and Operational Status of Drainage Systems                     | 579 - 581   |
| <b>[BGU68006] Straßenverkehrssicherheit  </b> Road Safety<br>[Straßenverkehrssicherheit]                                                                                                                                                      | 407 - 409   |
| <b>[BGU68006] Straßenverkehrssicherheit  </b> Road Safety<br>[Straßenverkehrssicherheit]                                                                                                                                                      | 734 - 736   |
| <b>[EI04004] Strategic Management for Engineers  </b> Strategic Management for<br>Engineers                                                                                                                                                   | 983 - 984   |
| <b>[BV580013] Strategie und Organisation im ÖPNV  </b> Local Public Transport<br>Strategy and Organisation [PTM]                                                                                                                              | 381 - 383   |
| <b>[BGU46029] Summer School zum NeXus Water Food Energy  </b> Summer<br>School of NeXus Water Food Energy [NeXus]                                                                                                                             | 437 - 438   |
| <b>[EI80004] Sustainable Mobility  </b> Sustainable Mobility [SuMo]                                                                                                                                                                           | 1000 - 1002 |
| <b>[BV000063] Systemtheoretische Grundlagen des Projektmanagements  </b><br>System-Theoretical Principles of Project Management [GL_PM]                                                                                                       | 762 - 763   |
| <b>[BV000063] Systemtheoretische Grundlagen des Projektmanagements  </b><br>System-Theoretical Principles of Project Management [GL_PM]                                                                                                       | 1118 - 1119 |
| <b>[BV550025] Systemtheoretische Grundlagen des Risikomanagement in<br/>der Bau- und Immobilienwirtschaft  </b> System-Theoretical Principles of Risk<br>Management for Business Processes and Real Estate Business Processes<br>[RM_Baulmmo] | 1120 - 1121 |

## T

---

|                                                                                                                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[CLA10412] Technical Writing (Engineer Your Text!)  </b> Technical Writing<br>(Engineer Your Text!)                          | 942 - 943   |
| <b>[BV490057] Technische Hydrogeologie  </b> Technical Hydrogeology [W-11]                                                      | 189 - 191   |
| <b>[AR30320] Technoscience and the City: Advances in Urban Theory  </b><br>Technoscience and the City: Advances in Urban Theory | 536 - 538   |
| <b>[POL62500] The Ethics and Politics of Existential Global Risks  </b> The Ethics<br>and Politics of Existential Global Risks  | 1023 - 1025 |
| <b>[BGU70005] Transportökonomie  </b> Transportation Economics<br>[Transportökonomie]                                           | 360 - 362   |

|                                                                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU66029] Transport von Schadstoffen im Grundwasser für Umweltingenieure</b>   Transport of Contaminants in Groundwater for Environmental Engineers | 173 - 175 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## U

---

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU46041] Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung</b>   Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA_SEM] | 137 - 139 |
| <b>[BGU46041] Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung</b>   Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA_SEM] | 442 - 444 |
| <b>[BGU46041] Umsetzung von Wasserpolitik und Wassergesetzgebung</b>   Implementation of Water Policy and Water Legislation [GRA_SEM] | 628 - 630 |
| <b>[CLA30621] Umweltchemikalien und ökologische Gerechtigkeit</b>   Environmental Chemicals and Environmental Justice                 | 974 - 975 |
| <b>[BV150050] Umweltgeologie / Geochemie</b>   Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]                                      | 183 - 184 |
| <b>[BV150050] Umweltgeologie / Geochemie</b>   Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]                                      | 275 - 276 |
| <b>[BV150050] Umweltgeologie / Geochemie</b>   Environmental Geology / Geochemistry [ENVGEOCHEM]                                      | 801 - 802 |
| <b>[BV500004] Umweltgeotechnik II</b>   Environmental Geotechnics II [UGEO II]                                                        | 889 - 890 |
| <b>[EI7513] Umweltmanagement - Ökoauditierung</b>   Ecomanagement and Life Cycle Analysis                                             | 994 - 996 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                             | 84 - 86   |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                             | 160 - 162 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                             | 262 - 264 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                             | 300 - 302 |
| <b>[BGU54017] Umweltsanierungsmassnahmen</b>   Environmental Remediation Strategies [RMS]                                             | 669 - 671 |
| <b>[BGU40035] Umwelt- und Landnutzungsplanung</b>   Environment and Land Use Planning                                                 | 587 - 589 |
| <b>[BGU54024] Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie</b>   Uncertainty Quantification in Hydrology [UQH]                            | 92 - 94   |
| <b>[BGU54024] Unsicherheitbestimmung in der Hydrologie</b>   Uncertainty Quantification in Hydrology [UQH]                            | 677 - 679 |
| <b>[BGU56056] Urbane Seilbahnen</b>   Urban Ropeways [USB]                                                                            | 402 - 404 |

|                                                                                                                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU70008] Urbane Verkehrssysteme: Betriebsforschung und neue Mobilitätstechnologien</b>   Urban Transportation Systems: Operations Research and Emerging Mobility Technologies [Urban Transportation Systems] | 416 - 418 |
| <b>[BGU70008] Urbane Verkehrssysteme: Betriebsforschung und neue Mobilitätstechnologien</b>   Urban Transportation Systems: Operations Research and Emerging Mobility Technologies [Urban Transportation Systems] | 756 - 758 |
| <b>[BV380009] Urban Climate - Anwendungen</b>   Applications of Urban Climate                                                                                                                                     | 844 - 845 |
| <b>[BV180071] Urban Climate - Grundlagen</b>   Fundamentals of Urban Climate                                                                                                                                      | 818 - 820 |
| <b>[BV560028] Urban Infrastructure Design</b>   Urban Infrastructure Design [EvsV]                                                                                                                                | 909 - 911 |
| <b>[BGU38033] Urban Water-Energy-Food Nexus Planung</b>   Planning the Urban Water-Energy-Food Nexus                                                                                                              | 435 - 436 |
| <b>[BGU38033] Urban Water-Energy-Food Nexus Planung</b>   Planning the Urban Water-Energy-Food Nexus                                                                                                              | 585 - 586 |

## V

---

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[WZ1561] Value Chain Economics</b>   Value Chain Economics                                                            | 502 - 505 |
| <b>[BV000066] Vergaberecht und Vergabeverfahren</b>   Bidding, Tendering and Billing [VergR]                             | 764 - 765 |
| <b>[BGU56048] Verkehrsdaten - Erfassung und Analyse</b>   Traffic Data Collection and Analysis [VD-E&A]                  | 392 - 393 |
| <b>[BGU56048] Verkehrsdaten - Erfassung und Analyse</b>   Traffic Data Collection and Analysis [VD-E&A]                  | 686 - 687 |
| <b>[BGU56049] Verkehrsflusssimulation</b>   Traffic Flow Simulation [VFS]                                                | 394 - 396 |
| <b>[BGU56049] Verkehrsflusssimulation</b>   Traffic Flow Simulation [VFS]                                                | 688 - 690 |
| <b>[BV560024] Verkehrsmanagement</b>   Traffic Management [VM]                                                           | 387 - 389 |
| <b>[BV560024] Verkehrsmanagement</b>   Traffic Management [VM]                                                           | 906 - 908 |
| <b>[BV460019] Verkehrswasserbau und Wasserstraßen</b>   Inland Navigation Management and Constructions [HE]              | 151 - 153 |
| <b>[BV460019] Verkehrswasserbau und Wasserstraßen</b>   Inland Navigation Management and Constructions [HE]              | 884 - 886 |
| <b>[BV520006] Vertiefungsmodul Verkehrsplanung</b>   Transport Planning Master Module                                    | 891 - 893 |
| <b>Vertiefung 10: Transportation Engineering and Control</b>   Field of Study 10: Transportation Engineering and Control | 384       |
| <b>Vertiefung 11: Water-Food-Energy Nexus</b>   Field of Study 11: Water-Food-Energy Nexus                               | 425       |
| <b>Vertiefung 1: Urban Water Engineering</b>   Field of Study 1: Urban Water Engineering                                 | 25        |
| <b>Vertiefung 2: Water Resources Management</b>   Field of Study 2: Water Resources Management                           | 64        |

|                                                                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Vertiefung 3: Hydraulic Engineering</b>   Field of Study 3: Hydraulic Engineering                                                     | 112         |
| <b>Vertiefung 4: Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy</b>   Field of Study 4: Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy | 154         |
| <b>Vertiefung 5: Modelling and Measurement of Flow and Transport</b>   Field of Study 5: Modelling and Measurement of Flow and Transport | 192         |
| <b>Vertiefung 6: Resource Efficiency in Urban Planning</b>   Field of Study 6: Resource Efficiency in Urban Planning                     | 228         |
| <b>Vertiefung 7: Environmental Geotechnics</b>   Field of Study 7: Environmental Geotechnics                                             | 253         |
| <b>Vertiefung 8: Environmental Hazards and Risk</b>   Field of Study 8: Environmental Hazards and Risk                                   | 287         |
| <b>Vertiefung 9: Sustainable Urban Mobility Planning</b>   Field of Study 9: Sustainable Urban Mobility Planning                         | 336         |
| <b>[BGU43025] Vibroakustik</b>   Vibroacoustics                                                                                          | 1106 - 1108 |
| <b>[BGU52015] Visualisierung von Raum- und Verkehrsdaten</b>   Visualization of Spatial Data in Transportation                           | 642 - 644   |
| <b>[CLA10813] Volkswirtschaftlich Denken</b>   Economic Thinking: Economics                                                              | 946 - 947   |
| <b>[WI000023] Volkswirtschaftslehre II - Makroökonomie</b>   Economics II - Macroeconomics [VWL 2]                                       | 514 - 516   |
| <b>[WI000021] Volkswirtschaftslehre I - Mikroökonomie</b>   Economics I - Microeconomics [VWL 1]                                         | 508 - 510   |
| <b>[CLA31900] Vortragsreihe Umwelt - TUM</b>   Lecture Series Environment - TUM                                                          | 978 - 979   |

## W

---

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 31        |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 71        |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 119       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 160       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 198       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 234       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 259       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 293       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 342       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 390       |
| <b>Wahlmodule</b>   Elective Modules                                                                         | 430       |
| <b>[BGU46022] Wasserbauhydraulik</b>   Hydraulics in Water Engineering                                       | 599 - 601 |
| <b>[BGU46035] Wasserbauhydraulik und Hydromorphologie</b>   Hydraulic Engineering and Hydromorphology [HEHM] | 112 - 114 |
| <b>[BV460017] Wasserkraft und Energiespeicherung</b>   Hydro Power und Energy Storage                        | 880 - 881 |



|                                                                                                                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>[BGU46021] Wasserkraft und Energiespeicherung - Projektarbeit</b>   Hydro Power and Energy Storage - Project Work [Hydro Project]                                                     | 119 - 121   |
| <b>[BGU46021] Wasserkraft und Energiespeicherung - Projektarbeit</b>   Hydro Power and Energy Storage - Project Work [Hydro Project]                                                     | 596 - 598   |
| <b>[BGU54015] Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene (Exkursion in das Etsch Einzugsgebiet)</b>   Water Management at the Catchment Scale (Field trip to the Adige River Basin) [WMCS] | 81 - 83     |
| <b>[BGU54015] Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene (Exkursion in das Etsch Einzugsgebiet)</b>   Water Management at the Catchment Scale (Field trip to the Adige River Basin) [WMCS] | 663 - 665   |
| <b>[BGU38014] Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung</b>   Water and Wastewater Treatment Engineering                                                               | 25 - 27     |
| <b>[BGU38014] Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung</b>   Water and Wastewater Treatment Engineering                                                               | 562 - 564   |
| <b>[BGU38014] Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung</b>   Water and Wastewater Treatment Engineering                                                               | 1128 - 1130 |
| <b>[BGU46036] Wasserwirtschaft und Wasserkraft</b>   Water Resources and Hydropower [WRHP]                                                                                               | 74 - 77     |
| <b>[BGU46036] Wasserwirtschaft und Wasserkraft</b>   Water Resources and Hydropower [WRHP]                                                                                               | 115 - 118   |
| <b>[BGU46036] Wasserwirtschaft und Wasserkraft</b>   Water Resources and Hydropower [WRHP]                                                                                               | 616 - 619   |
| <b>[BV620003] Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur</b>   Interaction between Sustainability and Building Culture [WNB]                                                 | 242 - 244   |
| <b>[BGU38024] Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik</b>   Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes                                                                   | 28 - 30     |
| <b>[BGU38024] Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik</b>   Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes                                                                   | 571 - 573   |
| <b>[BGU38024] Weitergehende Wasserbehandlung und Anaerobtechnik</b>   Advanced Water Treatment and Anaerobic Processes                                                                   | 1135 - 1137 |
| <b>[BGU38010] Weitergehende Wasserbehandlung und Wasser Recycling</b>   Advanced Water Treatment Engineering and Reuse                                                                   | 556 - 558   |
| <b>[CLA10450] Wenn aus Ingenieuren Manager werden</b>   When Engineers Become Managers                                                                                                   | 944 - 945   |
| <b>[ED0218] Wissenschafts- und Technikkommunikation</b>   Science and Technology Communication                                                                                           | 522 - 523   |
| <b>[WZ2735] World Soil Resources</b>   World Soil Resources                                                                                                                              | 1100 - 1101 |

## Z

---

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BV600004] Zuverlässigkeitstheorie</b>   Structural Reliability [SR] | 919 - 920 |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>[BGU60015] Zuverlässigkeit von Systemen</b>   Reliability for Engineering Systems | 309 - 310 |
| <b>[BGU60015] Zuverlässigkeit von Systemen</b>   Reliability for Engineering Systems | 691 - 692 |