Module Catalog

M.Sc. Engineering Geology and Hydrogeology

Degree Program M.Sc. Engineering Geology and Hydrogeology
Technische Universität München

www.tum.de/

Module Catalog: General Information and Notes to the Reader

What is the module catalog?
One of the central components of the Bologna Process consists in the modularization of university curricula, that is, the transition of universities away from earlier seminar/lecture systems to a modular system in which thematically-related courses are bundled together into blocks, or modules.
This module catalog contains descriptions of all modules offered in the course of study.
Serving the goal of transparency in higher education, it provides students, potential students and other internal and external parties with information on the content of individual modules, the goals of academic qualification targeted in each module, as well as their qualitative and quantitative requirements.

Notes to the reader:

Updated Information
An updated module catalog reflecting the current status of module contents and requirements is published every semester. The date on which the module catalog was generated in TUMonline is printed in the footer.

Non-binding Information
Module descriptions serve to increase transparency and improve student orientation with respect to course offerings. They are not legally-binding. Individual modifications of described contents may occur in praxis.
Legally-binding information on all questions concerning the study program and examinations can be found in the subject-specific academic and examination regulations (FPSO) of individual programs, as well as in the general academic and examination regulations of TUM (APSO).

Elective modules
Please note that generally not all elective modules offered within the study program are listed in the module catalog.

Index of module handbook descriptions (SPO tree)

Alphabetical index can be found on page 79

[20241] Master Engineering Geology and Hydrogeology | Master Ingenieur- und Hydrogeologie
Required Modules | Pflichtmodule 5
| Grundlagenmodule 5
[ED130058] Geothermal Energy | Geothermie und Geoenergie 5 - 7
[ED130060] Water in Global Change | Wasser im globalen Wandel 8 - 10
[ED130065] Rock Mechanics and Rock Engineering with Rock Mechanics Lab Course | Felsmechanik und Felsbau mit Labor 11 - 14
[ED130072] Engineering Geomorphology and Earth Surface Dynamics | Ingenieurgeomorphologie und Erdoberflächendynamik 15 - 18
| Studienleistung 19
[ED130080] Field- and Laboratory Work | Gelände und Labor 19 - 21
[ED130066] Regional Geology | Regionale Geologie 22 - 24
[ED130070] Soil Mechanics Lab Course | Bodenmechanisches Laborpraktikum 25 - 27
[ED130061] Ground Water Assessment, Protection and Geothermal Use | Grundwasserbewertung, Grundwasserschutz und seine geothermische Nutzung 28 - 29
[ED130075] Landslides in Theory and Practice: Characterization and Control | Hangbewegungen in Theorie und Praxis: Systematik und Prozessanalyse 30 - 34
[ED130067] Soil Mechanics, Foundation Engineering and Underground Engineering Law | Bodenmechanik, Grundbau und Tiefbaurecht 35 - 37
[ED130056] Reservoir Geology | Reservoirgeologie 38 - 39
[ED130076] Numerical Methods in Geosciences I | Numerische Methoden der Geowissenschaften I 40 - 43
[ED130062] Groundwater Quality | Grundwasserqualität 44 - 46
Elective Modules | Wahlmodule 47
| Vertiefung Ingenieurgeologie 47
[ED130068] Engineering Geology in practice | Ingenieurgeologie in der Praxis 47 - 50
[ED130069] Engineering Geological Principles of Tunnelling | Ingenieurgeologische Grundlagen des Tunnelbaus 51 - 53
| Vertiefung Ingenieurgeomorphologie 54
[ED130073] Engineering Geomorphology Techniques and GIS | Ingenieurgeomorphologie: Arbeitstechniken und GIS 54 - 58
[ED130078] Understanding and Modeling Alpine Hazards | Alpine Naturgefahren verstehen und modellieren 59 - 63
| Vertiefung Hydrogeologie 64
[ED130063] Technical Hydrogeology | Technische Hydrogeologie 64 - 66

[ED130064] Geoscience Data Analysis and Groundwater Modelling | Geowissenschaftliche Datenanalyse und Grundwassermodellierung 67 - 70
| Vertiefung GeoThermie und GeoEnergie 71
[ED130057] Reservoir Geomechanics | Reservoirgeomechanik 71 - 72
[ED130059] Reservoir Characterization and Modeling | Reservoircharakterisierung und Modellierung 73 - 75
Master's Thesis | Master's Thesis 76
[BGUMTIH19] Master's Thesis | Master's Thesis 76 - 78

Required Modules | Pflichtmodule

Module Description

ED130058: Geothermal Energy | Geothermie und Geoenergie

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Modulprüfung wird in Form einer schriftlichen Klausur (90 min) durchgeführt. Mit der Klausur wird geprüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen der Geothermie, die physikalischen, geologisch/hydrogeologisch relevanten Parameter und die geothermischen Prozesse und die Untersuchungsmethoden verstehen und Berechnungsmethoden für die Planung in begrenzter Bearbeitungszeit komprimiert anwenden können. Weiter werden in der Klausur Kenntnisse zur aktuellen Nutzung des tieferen Untergrundes sowie zu dessen Exploration, Erschließung und Entwicklung geprüft (Geoenergie). Hierzu beantworten die Studierenden Verständnisfragen zu den behandelten Konzepten und erklären diese stichpunktartig und in Skizzen.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Grundkenntnisse der Geologie, Hydrogeologie und der Thermodynamik.

Content:
Im Teil 1 (LV Einführung in die oberflächennahe und tiefe Geothermie) lernen die Studierenden die Grundlagen der Geothermie kennen und die Vorgehensweise und andere wichtige Aspekte bei Planung, Bau und Betrieb von geothermischen Anlagen. Die Inhalte sind:
• Physikalischen Grundlagen des Wärmestroms im Untergrund
• Relevante Parameter zur Beschreibung geothermischer Systeme
• Übersicht über Lagerstättentypen geothermischer Systeme
• Verfahren zur Planung, Exploration und Gewinnung bei tiefen geothermischen Systemen
• Nutzungsvarianten von oberflächennahen und tiefen geothermischen Systemen und ihre Planung und Auslegung

• Rechtliche Grundlagen bei der Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie
• Ökonomische Betrachtung von oberflächennahen Systemen
• Überblick über Unsicherheiten und Risikoabschätzung bei geothermischen Nutzungen

Im Teil 2 (Einführung in die energetische Erschließung des tieferen Untergrundes) lernen die Studierenden die Grundlagen der energetischen Nutzung des tieferen Untergrundes kennen und welche Technologien, Methoden und Konzepte zur Exploration, Erschließung und Entwicklung der verschiedenen Geoenergien angewendet werden. Die Inhalte sind:
• Überblick über die verschiedenen geoenergetischen Nutzungsformen des tieferen Untergrundes (Spielarten: tiefe Geothermie, Gasspeicherung, Gassequestrierung, Kohlenwasserstoffförderung + globale Bedeutung, Klima, CO2-Bilanz)
• Ressourcen, Reserven, Proven Reserves
• Geologische Grundlagen zur Nutzung des tieferen Untergrundes (Playtypes, Basin Analysis, Basement, Gebirgsbildung, Geodynamik)
• Strukturgeologisch-geomechanische Grundlagen zur Nutzung des tieferen Untergrundes (relevante mechanische Eigenschaften, Spannungsfelder, Deformation)
• Konzepte zur Quantifizierung geologischer und wirtschaftlicher Unsicherheiten und Risiken
• Risiken der geoenergetischen Nutzung des tieferen Untergrundes: Fündigkeitsrisiko (auch andere Geoenergien), Bohrrisiko, induzierte Seismizität

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:
• die Prozesse und physikalischen Grundlagen der Wärmeströmung im Untergrund zu verstehen
• die Verfahren zu verstehen, welche die relevanten geothermischen Parameter abschätzen bzw. erheben
• Techniken zur Nutzung und Auslegung der oberflächennahen und tiefen Geothermie zu verstehen
• Berechnungen zur Auslegung und Planung oberflächennaher Systeme anzuwenden, die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten
• Rechtliche Grundlagen bei der Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie zu verstehen
• die Unsicherheiten und Risiken in der Geothermie zu verstehen
• Geoenergetische Nutzungsformen des tieferen Untergrundes zu kennen
• Geologische Konzepte zur Auffindung und Erschließung von Reservoiren zur geoenergetischen Nutzung zu verstehen
• Geologische Konzepte und Methoden zur Charakterisierung des tieferen Untergrundes zu kennen und zu verstehen
• Grundlagen der Tiefbohr- und Fördertechnik zu verstehen
• Unsicherheiten und Risiken bei der Erschließung des tieferen Untergrundes zu kennen und in erster Annäherung abschätzen zu können.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus zwei Vorlesungen mit integrierten Übungen („Einführung in die oberflächennahe und tiefe Geothermie“ und „Einführung in die energetische Erschließung des tieferen Untergrundes“ Das zu Grunde liegende Konzept des Moduls ist das problembasierte Lernen. Der Kern des Kurses besteht aus Lehrgesprächen mit Präsentationen, die durch anschließende Übungen umgesetzt und vertieft werden. Die Übungen beinhalten Aufgaben zur Planung und Auslegung geothermischer und geoenergischer Systeme und zum Verständnis der relevanten geologisch-physikalischen Prozesse, sowie an Lehrständen im Labor und Praxisbesichtigungen. 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 Studenten auf der e-learning Plattform zur Verfügung gestellt um den Lösungsweg in der Nachbearbeitung überprüfen zu können.

Media:
Moodle e learning Plattform, PowerPoint, Tafelarbeit, Diskussion, MS-Excel, Kurzskriptum

Reading List:
ALLEN & ALLEN (2013): Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment. 3rd Ed (Wiley-Blackwell)
Banks, D.: (2012): An Introduction to Thermogeology: Ground Source Heating and Cooling. John Wiley & Sons, Ltd., New Jersey.
BJOERLYKKE, K. (2015): Petroleum Geosciences. – 662 S., Springer Berlin (Verlag)
SURDAM, R.C. (2013): Geological CO2 Storage Characterization. – 301 S., Springer Science +Business Media, New York.
DIPIPPO, 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.

Responsible for Module:
Drews, Michael; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Einführung in die energetische Erschließung des tieferen Untergrundes (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Drews M

Einführung in die oberflächennahe und tiefe Geothermie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Zoßeder K, Drews M
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130060: Water in Global Change | Wasser im globalen Wandel

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Projektarbeit (ca. 15 Seiten), die sich aus zwei Ausarbeitungsteilen zusammensetzt (einer hydrogeologischen Vorstudie und Beschreibung und Interpretation der numerischen Simulationen). Je eine Gruppe, die aus 2-3 Studierenden besteht, bearbeitet ein Fallbeispiel (siehe Auflistung in „Inhalte“). Anhand der Projektarbeit wird geprüft, inwieweit die Studierenden für ein konkretes Fallbeispiel eines Grundwasserprojektes die wichtigen hydrogeologischen Besonderheiten und Auswirkungen von Parameteränderungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse und die Grundwasserqualität erfassen und darstellen können. Im ersten Ausarbeitungsteil wird eine hydrogeologische Vorstudie in einem konkreten regionalgeologischen Kontext angefertigt und dabei die hydrogeologischen Schlüsselprobleme identifiziert und die daraus resultierenden Problemstellungen abgeleitet. Im zweiten Ausarbeitungsteil werden numerische Simulationen für die entsprechenden Fallstudien durchgeführt, um die zuvor ermittelten Schlüsselprobleme zu visualisieren, zu verifizieren und wenn möglich die Auswirkungen auf den Grundwasserleiter zu quantifizieren. Die Studierenden kennzeichnen ihren Beitrag jeweils namentlich, um eine individuelle Benotung der Teammitglieder zu gewährleisten.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Kenntnisse der Hydrogeologie. Teilnehmer/Innen sollten an Umweltprozessen und hydrogeologischen Fragestellungen interessiert sein.
Module BGU6620 Hydrogeologie I und BGU66021 Hydrogeologie II aus dem Bachelorstudiengang Geowissenschaften.

Content:
Themen der Fallstudien:

• Einzugsgebietshydrogeologie (Wasserbilanz)
• Wasser in der Stadt (Geothermische Nutzung des Untergrundes)
• Grundwasser- Oberflächenwasserinteraktion
• Dürre und Hochwasser (Künstliche Grundwasseranreicherung)
• Grundwasserqualität (Nitrat)
• Nachhaltige Nutzung von Tiefengrundwasser
• Grundwasserversalzung
• Tag des Wassers

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:

• sich an wichtige hydrogeologische Themen zu erinnern und hydrogeologische Problemstellungen zu verstehen
• vorgegebene einfache numerische Modelle auf hydrogeologische Fragestellungen anzuwenden
• Einflussgrößen hydrogeologischer Parameter mit numerischen Modellen zu analysieren.
• Modellergebnisse zu vergleichen.

Teaching and Learning Methods:
as Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung zur numerischen Grundwassermodellierung wobei das zugrundeliegende Konzept auf problembasiertem Lernen besteht.
In der Vorlesung „Wasser im Globalen Wandel“ erfolgt zunächst eine Einführung in das jeweilige hydrogeologische Thema (7 Fallbeispiele). Die Studierenden werden zusätzlich mit Hilfe von kleinen Übungsaufgaben, die mit dem Taschenrechner zu lösen sind, in den hydrogeologischen Fragestellungen trainiert. In der anschließenden numerischen Simulation (Übung) zu den ausgewählten hydrogeologischen Fallbeispielen (Vorlesung) trainieren die Studierenden dann das erlangte theoretische Wissen in der Praxis. Hier profitieren die Studierenden insbesondere durch den Erfahrungsschatz des Dozenten, wobei Fallbeispiele direkten Praxisbezug aufweisen. Dies beinhaltet die Arbeit mit dem weitverbreiteten Model FEFLOW, mit dessen Hilfe die hydrogeologischen Problemstellungen mathematisch beschrieben und visualisiert werden und der Einfluss von verschiedenen Proxis wie die Grundwasserneubildung auf die Simulationsergebnisse weiter veranschaulicht werden können. Die gestellten Aufgaben sind in 2er Gruppen mit Unterstützung des Dozenten zu lösen. Bei den Übungen zur numerischen Modellierung erweitern die Studierenden unter Anleitung auch vorgegebene einfache Grundwassermodell. Die einzelnen Arbeitsschritte werden im Kurs gemeinsam besprochen und gewonnene Erkenntnisse diskutiert (Projektion von Eingabemasken der Software, Projektion von Simulationsrechnungen, gemeinsame Diskussion von Ergebnisdiagrammen). Am Ende ist eine Projektarbeit von 10 Seiten abzugeben, wobei in 2er Gruppen die Projektarbeit bearbeitet werden kann, individuelle Beiträge werden dabei namentlich gekennzeichnet.

Media:
Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrift, Rechen- und Computerübungen, Lehrgespräch, Diskussion.

Reading List:
KINZELBACH, W. & RAUSCH, R. (1995); Grundwassermodellierung. Eine Einführung mit Übungen. 283 S.: Stuttgart (E. Schweizerbart).
HOLZBECHER, E. (1996); Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrogeologie Grundwasser und ungesättigte Zone. 364 S.; Berlin (Springer).
RAUSCH, R.; SCHÄFER W. & WAGNER, CH. (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser.- 183 S.: Stuttgart (E. Schweizerbart).
Folien und ausgewählte Literatur aus begutachteten internationalen Journalen

Responsible for Module:
Einsiedl, Florian; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Fallstudien in der Hydrogeologie: Modellierung und Simulationen (Übung, 2 SWS)
Tomsu C, Baumann T, Einsiedl F, Rein A, Seeholzer A

Wasser im Globalen Wandel (Vorlesung, 2 SWS)
Tomsu C, Baumann T, Einsiedl F, Rein A, Zoßeder K
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130065: Rock Mechanics and Rock Engineering with Rock Mechanics Lab Course | Felsmechanik und Felsbau mit Labor

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Prüfungsleistung besteht aus einer 120-minütigen Klausur. Die Studierenden stellen in der schriftlichen Prüfung unter Beweis, dass sie die erlernten (ingenieur-) geologischen Grundlagen zum Bauen im Fels verstanden haben und in der Lage sind, komplexe Fallbeispiele aus der Praxis zu lösen. Dabei können die Studierenden verschiedene Gebirgsklassifizierungsmodelle anwenden sowie ihre Vor- und Nachteile analysieren. Darüber hinaus können die Studierenden unterschiedliche Methoden zur Verformungs- und Spannungsmessung beschreiben, anwenden und in Beispielrechnungen bewerten.
Neben der Kenntnis umfangreicher Labormethoden zur Bestimmung von Felskennwerten und der Auswertung sind sie in der Lage vor allem die hierbei ermittelten Kennwerte im Hinblick auf ihre Anwendung zu beurteilen. Hilfsmittel: Taschenrechner.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Folgende Module aus dem Bachelor Geowissenschaften:
BGU49075 Ingenieurgeologie I
BGU49076 Ingenieurgeologie II

Content:
In der Vorlesung „Felsmechanik und Felsbau“ werden die grundsätzlichen felsmechanischen Konzepte eingeführt und deren Anwendung auf den Felsbau über Tage (Böschungen und Spezialtiefbau) und den Untertagebau (Tunnel, Kavernen, Schächte, Bergbau) erarbeitet.
Zu Beginn werden die wichtigsten Rechtsgrundlagen und die Planungsphasen bei der Planung und Durchführung eines Bauprojektes behandelt. Danach werden die geotechnischen Eigenschaften des Gebirges für felsmechanische Zwecke vorgestellt, insbesondere die

geotechnischen Eigenschaften von Trennflächen und ihre Ermittlung. Darauf aufbauend werden die wichtigsten geomechanischen und empirischen Gebirgsklassifikationen und deren Anwendung im Felsbau vorgestellt und anhand eines Beispiels erarbeitet. Für den Felsbau unter Tage wird der Planungsprozess beschrieben und die Anwendung moderner numerischer Methoden. Zentraler Teil bildet die Gebirgsmechanik im Umfeld eines ausgebrochenen Hohlraums mit dem Kennlinienverfahren. Für den Untertagebereich (insbesondere Tunnelbau) werden die wichtigsten Sicherungsmittel und ihre Wirkungsweise beschrieben sowie Sondermaßnahmen für druckhaftes Gebirge vorgestellt. Im Abschnitt Gebirgsspannungen werden die grundlegenden Konzepte aus dem Bachelor-Modul Ingenieurgeologie I weiter vertieft und die wichtigsten Verfahren zu Spannungs- und Verformungsmessungen erörtert. Den Abschluss bildet ein Abschnitt zur Ermittlung der Böschungsstabilität bei komplexen Trennflächenorientierungen im Felsverband mittels kinematischer Analyse auf Basis des Schmidt'schen Netzes. Integrierte Übungen dienen zur Anwendung und Vertiefung des erworbenen Wissens.
In der Übung "Felsmechanisches Laborpraktikum" führen die Studierenden selbständig unter Anleitung felsmechanische Versuche zur Charakterisierung und Klassifizierung von Festgesteinen durch, werten diese aus und präsentieren die Ergebnisse in einem Vortrag. Neben der Vermittlung der dafür verfügbaren Methoden und der jeweils erzielbaren Kennwerte wird auch ein kritischer Umgang mit den Versuchen erlernt, der die Studierenden befähigt, Fehlerquellen und Einschränkungen der Methoden zu erkennen, je nach Fragestellung geeignete Versuche auszuwählen bzw. vorhandene Kennwerte kritisch zu betrachten. Hierbei wird anhand von Fallbeispielen stets auch der Bezug zur regionalen Geologie und Ingenieurgeologie (Bildungsbedingungen, Entwicklungsgeschichte) hergestellt, um neben der Vermittlung der Methodik auch aufzuzeigen, warum sich die jeweiligen Kennwerte ergeben und welche ingenieurgeologischen Folgerungen daraus für praktische Fragestellungen am jeweiligen Standort zu ziehen sind.
Es werden Versuche zur Bestimmung der Festigkeit und der Verformbarkeit durchgeführt (Einaxialer Druckversuch, Punktlastversuch, Spaltzugversuch), der Abrasivität (CERCHAR- und LCPC-Versuch), der Dichte, der Quelleigenschaften (Quellhebungsversuch, Pulverquellversuch) und der Verwitterbarkeit/ Veränderlichkeit von Festgesteinen (Zerfallsbeständigkeit, Siebtrommelversuch).
Vorausgesetzt wird jeweils die selbstständige Erarbeitung der theoretischen Grundlagen und der Versuchsdurchführung vor dem jeweiligen Termin mit Hilfe der angegebenen Literatur/Skripten, um die Versuche zielführend und zügig durchführen zu können.

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die grundsätzlichen felsmechanischen Konzepte im Felsbau über und unter Tage umzusetzen und gängige Gebirgsklassifizierungen anzuwenden sowie die dazu notwendigen Untersuchungen vorzuschlagen. Sie sind in der Lage, komplexe Spannungsverhältnisse unter den gegebenen Gebirgsbedingungen zu berechnen und auf verschiedene Ingenieurbauwerke über und unter Tage zu übertragen sowie die notwendigen Spannungs- und Verformungsmessungen vorzuschlagen. Die Studierenden sind in der Lage, eine kinematische Analyse in einer komplexen Felsböschung durchzuführen, auszuwerten und die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz zu bewerten.

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung können die Studierenden Festgesteine nach den gültigen Normen klassifizieren. Sie sind in der Lage, grundlegende felsmechanische Laborversuche selbständig durchzuführen und auszuwerten sowie ihre Anwendung kritisch zu beurteilen. Die dabei gewonnenen Kennwerte können sie verknüpfen und im Kontext bewerten und interpretieren. Die Studierenden können in einem Vortrag die erhaltenen Ergebnisse im Vergleich mit Literaturangaben diskutieren, in anschaulichen Diagrammen illustrieren und gegenüber Fragen aus der Zuhörerschaft verteidigen.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus der Vorlesung "Felsmechnik und Felsbau" mit integrierter Übung und aus der Übung "Felsmechanisches Laborpraktikum". Die Vorlesung besteht aus einer Kombination von Präsentation, Tafelarbeit und Erarbeitung von Ergebnissen mit den Studierenden im Hörsaal. Skripte, Buchkapitel und Zeitschriften-Artikel dienen dabei als Vor- und Nachbereitung. Während der Vorlesung werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung von Sachverhalten verwendet und herumgegeben (Gesteine, Gerätschaften, Baustoffe, Werkzeuge etc.). Videos zu Versuchen und Verfahren werden integriert. Für einige Inhalte werden im Hörsaal Demonstrationsversuche durchgeführt. Der Vorlesungsstoff wird während der Vorlesung in integrierten Übungen vertieft, die einzeln oder in Kleingruppen bearbeitet werden. Hierbei erlernen die Studierenden die grundsätzlichen felsmechanischen Konzepte auf den Felsbau über und unter Tage anzuwenden und gängige Gebirgsklassifizierungen anzuwenden.
Im „Felsmechanischen Laborpraktikum“ lernen die Studierenden, grundlegende felsmechanische Laborversuche selbständig durchzuführen und die dabei gewonnenen Versuchsergebnisse auszuwerten, sowie kritisch zu beurteilen. Die Laborversuche (Experimente) werden mit Hilfe des Laborskriptes und weiterer Literatur unter Anleitung der Dozenten und studentischer Hilfskräfte von den Studierenden in Kleingruppen (2-3 Studierende) selbständig vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet. Durch Fallbeispiele wird ein problembasiertes Lernen mit unmittelbarem wissenschaftlichem und technischem Praxisbezug gewährleistet. Bei der Interpretation profitieren die Studierenden v.a. durch die am Lehrstuhl bereits auf diesem Gebiet durchgeführten Projekte und den Erfahrungsschatz der Dozierenden. Bei der Präsentation (Vorbereitung als Hausarbeit) der Ergebnisse am Ende des Laborpraktikums lernen die Studierenden, Kennwerte zusammenzufassen und wiederzugeben, sowie ihre gewonnenen Kenntnisse und Kompetenzen vor einer Zuhörerschaft zu verteidigen.

Media:
Digitale Präsentation, Videos (Projekte, Verfahren), Tafelarbeit, Skriptum, Anschauungsmaterialien (Gesteine, Geräte, Baustoffe, Werkzeuge), Durchführung von Versuchen, Präsentation der Ergebnisse.

Reading List:
HOEK, E. (2007): Practical rock engineering. – 343 S., http://www.rocscience.com/education/hoeks_corner
Hudson, J.A. & Harrison, J.P. (2000): Engineering Rock Mechanics: An Introduction to the Principles. – 444 S., Oxford, New York, Tokio (Elsevier/Pergamon).
Thuro, K. et al.: Skriptum Felsmechanisches Laborpraktikum

Folien & Publikationen aus dem jeweiligen Vorlesungsteil zum Download auf der Moodle-Kurshomepage

Responsible for Module:
Thuro, Kurosch; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Felsmechanik und Felsbau - Felsmechanisches Laborpraktikum (Übung, 2 SWS)
Nickmann M, Drexl C, Lokau K, Eppinger S

Felsmechanik und Felsbau (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Thuro K, Drexl C, Eppinger S, Fröhlich L
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130072: Engineering Geomorphology and Earth Surface Dynamics | Ingenieurgeomorphologie und Erdoberflächendynamik

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 103	**Contact Hours:** 77

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Eine Bewertung erfolgt durch eine wissenschaftliche Ausarbeitung (15 Seiten A4) und dazugehörige mündliche Präsentation. Die Studierenden zeigen damit, dass sie geomorphologische Prozesse verstehen und deren Auswirkungen auf ingenieurgeologische Fragestellungen beurteilen können. Sie übertragen grundlegende Konzepte der Geomorphologie auf konkrete regionale Beispiele. Diese Prüfungsform eignet sich hier am besten, da synoptische Zusammenhänge aus mehreren Gebieten analysiert, bewertet und eigene Lösungsideen entwickelt werden sollen.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Grundlagen Exogener Dynamik BGU67010

Content:
Einführung:
1. Geomorphologie in wandelnden Klima- und Umweltbedingungen
Schlüsselprozesse in der Ingenieurgeomorphologie
2. Verwitterungssysteme und ingenieurgeologische Auswirkungen
3. Tektonische Geomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
4. Glazialgeomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
5. Periglazialgeomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
6. Trockengebietsgeomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
7. Hangbewegungsgeomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
8. Fluviale Geomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
9. Küstengeomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen

10. Karstgeomorphologie, Subsidenz und ingenieurgeologische Auswirkungen
11. Seismische und vulkanische Einflüsse auf Geomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
12. Bio-Geomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
Übergreifende Konzepte und Methoden der Geomorphologie
13. Sedimenttransport und Erosionsmechanik
14. Geomorphologische Methoden und Modellierung: Kartierung, Standortdokumentation, Magnituden-Frequenz Analyse, Prozesssimulation und -modellierung
Schlüsselthemen moderner Ingenieurgeomorphologie
15. Quartäre Sedimente und zentrale Herausforderungen
16. Anthropozäne Geomorphologie und ingenieurgeologische Auswirkungen
17. Aktuelle Schlüsselprobleme alpiner und voralpiner geomorphologischer Systeme
18. Zukünftige Risiken und Gefahren in wandelnden Klima- und Umweltbedingungen

Intended Learning Outcomes:
Studierende des Moduls sind nach dem Kurs in der Lage geomorphologische Prozesse zu erkennen, beschreiben und zu beurteilen. Sie erlangen ein tiefes Verständnis für Wechselwirkungen zwischen Erdoberfläche, klimatischen Veränderungen und anthropogenen Eingriffen. Sie können Verwitterungsformen und Landschaftsformen differenzieren, Sedimenttransportsysteme von der Quelle bis zur Senke charakterisieren, geomorphologische Prozesse in verschiedenen klimatischen Bedingungen sowie unter tektonischen oder seismischen Einflüssen einschätzen und die Auswirkungen vulkanischer oder bio-geomorphologischer Aktivität evaluieren. Sie bewerten, wie diese Prozesse ingenieurtechnische Herausforderungen beeinflussen.
Die Studierenden transferieren gelerntes auf Anwendungsfälle in der Praxis. Dabei wenden sie geomorphologische Feldmethoden in einer mehrtägigen Geländeübung an, und übertragen ihr Wissen aus Kartierung und Prozessdokumentation auf eine Analyse von Magnituden und Frequenzen bestimmter Naturgefahren. Abschließend versetzt der Kurs sie in die Lage, einfache Modelle zur Simulation der angetroffenen Prozesse zu entwerfen.
Die Studierenden entwickeln Lösungen für Kernprobleme der Geomorphologie in Bezug auf Quartäre Sedimentäre Systeme. Sie schätzen die kommenden Herausforderungen für geplante und vorhandene Infrastruktur in alpinen und voralpinen Regionen ein. Sie beurteilen die komplexen Risiken von Hangbewegungen im Kontext sich ändernder Klima- und Umweltbedingungen und erweitern ihre Perspektive auf moderne Problemstellungen im ingenieurtechnischen Umfeld.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einem Seminar „Engineering Geomorphology and Earth Surface Dynamics” (Seminar, 3 SWS) und einer 3-tägigen Geländeübung ”Quartäre Sedimentäre Systeme” (2,15 SWS). Mithilfe von aktueller Forschungsliteratur und best-practice-Beispielen werden die Teilnehmenden in das grundlegende Wissen, Fallbeispiele sowie Techniken eingeführt. Die Studierenden halten eigene Vorträge und arbeiten Lösungsideen aus. In der Geländeübung werden Geomorphologische Methoden im Feld angewendet.

Media:
Um die angestrebten Lernergebnisse bestmöglich zu erreichen, wird auf eine Mischung aus verschiedenen Lehr- und Lernmethoden wie PPT-Präsentation, Smartboard und Videos zurückgegriffen.

Reading List:
Ahnert, F. (2015). Einführung in die Geomorphologie. Verlag Eugen Ulmer.
Anderson, M.G. and K.S. Richards (1987). Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology, Wiley.
Anderson, R. & Anderson, S. (2010). Geomorphology: The Mechanics and Chemistry of Landscapes. Cambridge University Press.
Brunsden, D. and D. Prior (1984): Slope Instability. Wiley, Chichester.
Bryant, E. (2005). Natural hazards. Cambridge University Press, New York.
Burbank, D.W. and Anderson, R.S. (2012). Tectonic geomorphology. Wiley-Blackwell.
BUWAL, 1999 [Hrsg.]. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Fallbeispiele und Daten, 129 S.
Erismann, T. H., and G. Abele (2001): Dynamics of Rockslides and Rockfalls. Springer, Heidelberg.
Fookes, P.G. and Vaughan, P.R. editors, 1986: A handbook of engineering geomorphology. Surrey: Surrey University Press.
French, H. (2007). The periglacial environment. Wiley.
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)
Meschede, M. (2018). Geologie Deutschlands: Ein prozessorientierter Ansatz. Springer-Verlag D.
Murawski, H. and Meyer, W. (2004). Geologisches Wörterbuch. Elsevier – Spektrum Akademischer Verlag.
Nichols, G. (2009). Sedimentology and Stratigraphy. Wiley-Blackwell.
Ortiago, J. and Sayao, A.: Handbook of Slope Stabilisation, Springer, Berlin, 2004.
Press, F. & Siever, R. (2008): Allgemeine Geologie. Spektrum Akademischer Verlag.
Prinz H. & Strauß, P (2018): Ingenieurgeologie, Springer Spektrum Berlin, Heidelberg.
Ruddiman, W.F. (2005). Plows, plagues and petroleum. Princeton University Press.
Rudolf-Miklau, F., 2010. Naturgefahren-Management in Österreich. Vorsorge-Bewältigung-Information. 252 S.
Smith and D.N. Petley (2009): Environmental hazards – assessing risk and reducing disasters. Routledge, New York.
Smith and D.N. Petley (2009): Environmental hazards – assessing risk and reducing disasters. Routledge, New York.
Smith, K and Petley, D. (2009). Environmental hazards – assessing risk and reducing disaster. Routledge, London.
Stanley, S. (1994): Historische Geologie. Spektrum Akademischer Verlag. Kapitel 2- 4
Stow, D.A.V., (2008). Sedimentgesteine im Gelände: Ein illustrierter Leitfaden. Spektrum akademischer Verlag.

Tucker, M. E. (2011): Sedimentary Rocks in the Field: A Practical Guide. John Wiley & Sons.
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).
Wilson, Drury and Chapman (2000). The great ice age. Climate change and life. Routledge.
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.

Responsible for Module:
Prof. Dr. Michael Krautblatter (m.krautblatter@tum.de)

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Quartäre Sedimentäre Systeme - Geländeübung (Übung, 2,15 SWS)
Krautblatter M, Leinauer J

Ingenieurgeomorphologie und Erdoberflächendynamik (Seminar, 3 SWS)
Krautblatter M, Leinauer J, Eppinger S, Gewalt P, Jacobs B, Mühlbauer S, Offer M
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130080: Field- and Laboratory Work | Gelände und Labor

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 20	**Contact Hours:** 160

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Eine Studienleistung wird erbracht durch einen schriftlichen Bericht, der die besuchten Veranstaltungen beinhaltet und adäquat abbildet. Insgesamt sind 15 Gelände- oder Labortage zu absolvieren, davon mindestens 5 Labortage. Pro Gelände- oder Labortag werden etwa 2 Seiten Bericht erwartet. Individuelle Erwartungshorizonte werden von der Leitung der jeweiligen Gelände- oder Laborveranstaltung kommuniziert.

Berichte zu Geländeübungen sollen u.A. folgende Inhalte haben:
• Einführung und geographischer sowie geologisch-tektonischer Überblick
• Gesteinsbeschreibungen
• Beschreibung der geologischen Besonderheiten/ geotechnischen Eigenschaften der Gesteine
• Beschreibung, Analyse und Bewertung der im Gebiet angetroffenen Phänomene
• Geländeskizzen
• Gefahrenbewertung, Monitoring- und Sicherungsvorschläge
• Schlussfolgerungen/Ausblick

Laborberichte werden nach den Anforderungen des Laborprogramms angefertigt. Im Bericht müssen die Studierenden nachweisen, dass sie thematisch und methodisch die Vorgehensweise der gewählten Labormethoden anwenden und Ergebnisse auswerten, reflektieren und mit Hilfe von Literaturwerten interpretieren können.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
• Interesse an Labor- und Geländearbeit und der lösungsorientierten Analyse von ingenieur- und hydrogeowissenschaftlichen Fragestellungen, und damit zusammenhängenden Risiken und Gefährdung der Umwelt, wirtschaftlicher Güter und sozialer Werte

• Kenntnisse und Fähigkeiten zu geologischer Kartierung, Gebirgseigenschaften, Klassifikation von Boden und Fels, Maßstabseffekte von Gestein und Gebirge sowie Methoden der Ermittlung von Gesteins- und Gebirgskennwerten

Content:
• Die Studierenden lernen, ingenieurgeologische Feld- und Labormethoden im Grundsatz selbständig durchzuführen und auszuwerten sowie ihre Anwendbarkeit kritisch zu beurteilen.
• Zudem sind die Studierenden in der Lage, in einem Laborbericht die Versuchsdurchführung zusammenfassend zu beschreiben und die Ergebnisse im Vergleich mit Literaturangaben zu diskutieren und in anschaulichen Diagrammen zu illustrieren. Weiterhin können Sie Kennwerte verknüpfen sowie im regionalen geologischen Kontext bewerten und interpretieren.
• Aufnahme, Dokumentation und Beurteilung geologischer Einheiten und Strukturen: Ansprache und Klassifikation von Locker- und Festgesteinen; Bodenmechanische und felsmechanische Gesteinskennwerte und ihre Ermittlung, Maßstabseffekte und grundlegende geotechnische Eigenschaften
• geologische Gegebenheiten im Gelände mit Bezug auf ingenieur- und hydrogeologische Fragestellungen erfassen und in Karten und Profilen darstellen
• Kompetenzen im Labor zu ingenieurgeologischen Methoden und Gesteinseigenschaften
• Kompetenzen in hydrogeologischen Methoden, u.A. Grundwasserchemie, Stofftransport
• Typische Hangbewegungsphänomene und ihre Klassifikation
• Gefährdungsbeurteilung, Monitoring, Sicherungsmaßnahmen

Intended Learning Outcomes:
Die Studierenden…
• Können hydro- und ingenieurgeologische Besonderheiten verschiedener Regionen und Standorte erinnern
• wenden Wissen zu ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Prozessen im Gelände und Labor anhand verschiedener Standorte, Materialien und Untersuchungsmethoden an
• wenden Grundlagen der Geologie, Geochemie, Geophysik sowie Gesteinsansprache und Probenahme im Gelände an.
• erkennen und analysieren die geologischen Strukturen und Einheiten im Gebiet, schätzen Maßstabseffekte ein und rekonstruieren Prozesse
• lernen verschiedene ortspezifische Techniken kennen und entwickeln an ausgewählten Untersuchungsobjekten eigene Lösungsstrategien
• transferieren ihr Wissen zu Gefährdungsbewertungen auf Anwendungsfälle
• entwickeln Vorhersage- oder Monitoringstrategien für bestimmte Regionen

Die Studierenden sind am Ende der Geländeveranstaltungen in der Lage…
• die Gesteine im Gebiet zu beschreiben, zu klassifizieren und deren Beschaffenheit im Zusammenhang mit den Spezifika vor Ort zu bewerten
• erlernte Vorgehensweisen einer typischen, systematischen ingenieur- oder hydrogeologischen Analyse im Gelände und im Labor anzuwenden
• realistische Szenarien anhand des Gefahrenpotentials für ausgewählte Regionen im Gebirge zu bewerten

Teaching and Learning Methods:
Um die angestrebten Lernergebnisse bestmöglich zu erreichen, werden Vorträge direkt im Gelände gehalten. Mithilfe von aktueller Forschungsliteratur und best-practice-Beispielen werden die Teilnehmenden in das grundlegende Wissen, Fallbeispiele sowie ingenieur- und hydrogeologische Techniken eingeführt.
Die Laborpraktika werden mit Hilfe eines Laborskriptes unter Anleitung der Dozierenden und weiterer studentischer Hilfskräfte von den Studierenden in Kleingruppen selbständig durchgeführt und ausgewertet.

Media:
Präsentation, Vortrag, Gesteinsproben, Gruppenarbeit, Exkursionsreader mit den wichtigsten Abbildungen, Karten, Diagrammen und Tabellen, Laborskripte

Reading List:
Literatur zur jeweiligen Gelände-/Laborveranstaltung wird von der Leitung der Veranstaltung gestellt

Responsible for Module:
Krautblatter, Michael; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Hydrochemisches Praktikum für Geologen (BGU66036) (Praktikum, 2,5 SWS)
Ivleva N
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130066: Regional Geology | Regionale Geologie

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die erlernten Kompetenzen in Regionaler Geologie werden anhand einer 120-minütigen, schriftlichen Klausur überprüft. Die Prüfung besteht sowohl aus allgemeinen Wissens- und Verständnisfragen mit freien Formulierungen als auch aus der Interpretation eines geologischen Kartenausschnitts, eines geologisch-tektonischen Profils oder einer stratigraphischen Schichtsäule sowie der Ansprache, Interpretation und geologischer Einordnung eines Gesteinshandstücks. Studierende können dabei die geologisch-tektonischen Verhältnisse in einer komplex aufgebauten Region in den Alpen und ihrem Vorland analysieren, die Lagerungsverhältnisse und den stratigraphischen Aufbau ableiten, ihre Auswirkungen auf die regionale Geologie und Hydrogeologie beschreiben sowie die zugehörigen geologischen Problemstellungen erarbeiten. In der Klausur können die Studierenden schematische geologisch-tektonische Profile durch eine Region zeichnen und diese erläutern und sie in den Kontext der regionalen Geologie und Hydrogeologie setzen.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Vertiefte Kenntnisse in Allgemeiner und Historischer Geologie, Tektonik, Sedimentpetrologie, Gesteinsbestimmung, Regionaler Geologie von Deutschland sowie Grundkenntnisse in Paläontologie, Lagerstättenkunde, Petrographie der Magmatite und Metamorphite.

Content:
In diesem Modul wird das Wissen zur Regionalen Geologie der Alpen zunächst in Form einer klassischen Vorlesung vermittelt. Teile davon werden als Video zur Verfügung gestellt und können asynchron angesehen werden. In der in der Präsenzvorlesung integrierten Übung werden über das Fachwissen hinausgehende Fertigkeiten und Fähigkeiten vermittelt. Dazu werden den Studierenden geologisches und hydrogeologisches Kartenmaterial, Profilschnitte und Gesteine der

stratigraphischen Schichtsäule sowie einzelne einfache wasserchemische Analysen zur Verfügung gestellt. Diese werden von den Studierenden in Kleingruppen im Zuge einer festgelegten Bearbeitungszeit analysiert. Die Kleingruppen erläutern anschließend ihre Arbeitsergebnisse vor ihren Mitstudierenden und stehen für Fragen bzw. Diskussion zur Verfügung.
Dieser Flipped Classroom soll breitgefächerte Kompetenz in der Erarbeitung von regionalgeologischem Wissen und beim Präsentieren von Arbeitsergebnissen erzeugen sowie die Kommunikationsfähigkeit der Studierenden stärken.

Intended Learning Outcomes:
Die Studierenden sind nach dem Absolvieren des Moduls in der Lage, die Regionale Geologie der behandelten Gebiete (Alpenregion und Alpenvorland) zu verstehen. Die Studierenden haben nach erfolgreichem Abschluss des Moduls einen umfassenden Überblick über die Stratigraphie, den geologischen Bau, die geologisch-tektonische, paläogeographische und die plattentektonische Entwicklung der ausgewählten Gebiete sowie über die regionalen Grundwasserleiter mit ihrer Verbreitung. In ausgewählten Beispielregionen sind sie in der Lage, die Profile von Formationen verschiedener Einheiten zu erläutern und vor dem Hintergrund ihrer Entstehung zu interpretieren. Sie können Gesteine, Ausschnitte geologischer Karten und geologische Profile den behandelten geologisch-tektonischen Einheiten zuordnen und ihre charakteristischen Eigenschaften beschreiben. Sie sind in der Lage, selbst schematische Profile durch die behandelten geologisch-tektonischen Einheiten zu zeichnen und diese zu erläutern und sie in den Kontext der regionalen Hydrogeologie zu setzen.
Die Studierenden können sich somit rasch in die besonderen ingenieur- und hydrogeologischen sowie Naturgefahren-bezogenen Aspekte einzelner Regionen einarbeiten, zugehörige Problemstellungen definieren und Lösungswege entwickeln.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung. Die Vorlesung beinhaltet die Vermittlung von Fakten durch Vortrag, Video und visueller Präsentation von Karten und Profilschnitten sowie ausgewählten Handstücken von Gesteinen aus den besprochenen Gebieten. In der integrierten Übung müssen die Studierenden in Form von Gruppenarbeit (Flipped Classroom) die Inhalte der regionalgeologischen Einheiten anhand von Kartenmaterial, Profilschnitten und Gesteinen selbständig nachvollziehen und gegebene angewandte Fragenstellungen bearbeiten und lösen. Die Ergebnisse müssen von den Studierenden referiert werden und sie müssen für die Beantwortung von Fragen zur Verfügung stehen. Dadurch müssen die einzelnen regional-geologischen Einheiten von den Studierenden während der Übung erarbeitet werden.

Media:
Vortrag mit Tafel, multimedialer Präsentationstechnik und Vorlage von Gesteinsmustern, geologischen Karten und Profiltafeln. Digitalen Lehreinheiten über Moodle. Aktives und passives Feedback beim spontanen Vortrag. Übung mit geologischem Kartenmaterial, Profilschnitten und Gesteinen der stratigraphischen Schichtsäule.

Reading List:
PFIFFNER, O.A. (20153): Geologie der Alpen. – 397 S., 3. aktual. u. erw. Aufl., Bern (UTB/Haupt).
Umfangreiche Literatur- und Kartensammlung auf der zugehörigen Moodle-Kursseite

Responsible for Module:
Thuro, Kurosch; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Regionale Geologie der Alpen (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)
Lempe B, Thuro K
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130070: Soil Mechanics Lab Course | Bodenmechanisches Laborpraktikum

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:**	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 3	**Total Hours:** 90	**Self-study Hours:** 45	**Contact Hours:** 45

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Modulprüfung besteht aus einer Laborleistung mit ergänzender Präsentation (ca. 10 min). Die Laborleistung besteht aus einem Laborpraktikum und beinhaltet dabei sowohl die eigenständige Probennahme im Feld als auch die Durchführung der im Inhalt genannten Versuche und Messungen.
Am Ende des Moduls geben die Studierenden eine schriftliche Zusammenfassung in Form eines Laborberichtes (ca. 40-60 Seiten) ab. Mit der schriftlichen Zusammenfassung zeigen die Studierenden, inwieweit sie die Grundlagen der durchgeführten Feld- und Laborversuche verstanden haben, in der Lage sind, die Versuche eigenständig unter korrekter Anwendung der gültigen Normen auszuwerten und anschließend die gewonnenen Werte zu diskutieren und mit Werten aus der Literatur zu vergleichen. Der Bericht wird zusätzlich mit einer Präsentation der Ergebnisse des Laborpraktikums ergänzt, anhand derer überprüft wird, inwieweit die Studierenden ihre erarbeiteten Versuchsergebnisse vor einer Zuhörerschaft mit rhetorischer Sicherheit verständlich und anschaulich erklären sowie diese auch mündlich verteidigen können.
Vorausgesetzt wird jeweils die selbstständige Erarbeitung der theoretischen Grundlagen und der Versuchsdurchführung vor dem jeweiligen Termin mit Hilfe der angegebenen Literatur/Skripten, um die Versuche zielführend und zügig durchführen zu können.
Die Modulnote setzt sich zusammen aus dem Laborbericht 80% und einer mündlichen Präsentation 20%.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Grundkenntnisse in Mathematik, Physik und Chemie aus dem BSc Geowissenschaften.
Grundkenntnisse der Ingenieurgeologie aus dem BSc Geowissenschaften (BGU490075 Ingenieurgeologie I und BGU 490076 Ingenieurgeologie II)

Content:
Im Modul „Bodenmechanisches Laborpraktikum“ werden bodenmechanische Gelände- und Labormethoden praktisch angewendet und Gesteine in bodenmechanischer Hinsicht klassifiziert und charakterisiert. Neben der Vermittlung der dafür verfügbaren Methoden und der jeweils erzielbaren Kennwerte wird auch ein kritischer Umgang mit den Versuchen erlernt, der die Studierenden befähigt, Fehlerquellen und Einschränkungen der Methoden zu erkennen, je nach Fragestellung geeignete Versuche auszuwählen bzw. vorhandene Kennwerte kritisch zu betrachten. Hierbei wird anhand von Fallbeispielen stets auch der Bezug zur regionalen Geologie und Ingenieurgeologie (Entwicklungsgeschichte, Lagerungsbedingungen) hergestellt, um neben der Vermittlung der Methodik auch aufzuzeigen, warum sich die jeweiligen Kennwerte ergeben und welche ingenieurgeologischen Folgerungen daraus für praktische Fragestellungen am jeweiligen Standort zu ziehen sind. Am Beginn des Moduls findet ein Geländetag statt, bei dem die Studierenden unter Anleitung eigenständig Proben nehmen und Feldversuche durchführen. Im Laborpraktikum führen die Studierenden selbständig unter Anleitung die in der Praxis gängigen und i.d.R. genormten Laborversuche durch, werten diese aus und präsentieren die Ergebnisse in einem Bericht und einem Vortrag.
Bei den bodenmechanischen Versuchen handelt es sich um Labor- und Geländeversuche zur Klassifizierung der angetroffenen Lockergesteine (Bestimmung von Korngrößenverteilung, Zustandsgrenzen, Dichte), Ermittlung der Verdichtungsfähigkeit, des Kompressionsverhaltens, der Scherfestigkeit, der Wasserdurchlässigkeit und der Abrasivität.

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, die aufgelisteten Feld- und Labormethoden im Grundsatz selbständig durchzuführen und auszuwerten sowie ihre Anwendbarkeit kritisch zu beurteilen. Zudem sind die Studierenden in der Lage, in einem Laborbericht die Versuchsdurchführung zusammenfassend zu beschreiben und die Ergebnisse im Vergleich mit Literaturangaben zu diskutieren und in anschaulichen Diagrammen zu illustrieren. Weiterhin können sie Kennwerte verknüpfen sowie im regionalen geologischen Kontext bewerten und interpretieren. In einer mündlichen Präsentation können die Studierenden die erhaltenen Ergebnisse gegenüber Fragen aus der Zuhörerschaft verteidigen.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einem Laborpraktikum; in diesem nehmen die Studierenden eigenständig Proben, führen selbständig unter Anleitung die in der Praxis gängigen
und i.d.R. genormten Feld- und Laborversuche durch, werten diese aus und stellen die Ergebnisse in einem Bericht mit Präsentation dar. Damit sind die Studierenden in der Lage, die aufgelisteten Feld- und Labormethoden im Grundsatz selbständig durchzuführen und auszuwerten sowie ihre Anwendbarkeit kritisch zu beurteilen.
Das Bodenmechanische Laborpraktikum besteht aus einem Geländetag mit Feldversuchen und Probenahme und wöchentlichen Laborterminen. Die Feld- und Laborversuche (Experimente) werden mit Hilfe von Literatur und Laborskripten unter Anleitung der Dozentinnen und weiterer studentischer Hilfskräfte von den Studierenden in Kleingruppen (2-3 Studierende) selbständig vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet. Durch Fallbeispiele wird ein problembasiertes Lernen mit unmittelbarem wissenschaftlichem und technischem Praxisbezug gewährleistet. Bei der

Interpretation profitieren die Studierenden v.a. durch die am Lehrstuhl bereits auf diesem Gebiet durchgeführten Projekte und den Erfahrungsschatz der Dozierenden. Bei der Präsentation (Vorbereitung als Hausarbeit) beweisen die Studierenden in einer Einzelarbeit ihre gewonnenen Kompetenzen.

Media:
Präsentationen (z.B. PowerPoint, Kartenmaterial, Handouts und Plakate), Skriptum, Übungsblätter, Rechen- und Computerübungen, Lehrgespräch, Diskussion, praktische Anleitung und Begleitung der Versuche.

Reading List:
THURO et al.: Skript "Bodenmechanisches Laborpraktikum" Folien aus dem jeweiligen Vorlesungsteil zum Download auf der Kurshomepage

Responsible for Module:
Nickmann, Marion; Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130061: Ground Water Assessment, Protection and Geothermal Use | Grundwasserbewertung, Grundwasserschutz und seine geothermische Nutzung

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 3	**Total Hours:** 90	**Self-study Hours:** 60	**Contact Hours:** 30

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Klausur von 60 min. Dabei sind als Hilfsmittel der Taschenrechner erlaubt. In der schriftlichen Prüfung wird anhand von Rechenaufgaben geprüft, ob die Studierenden an Beispielen aus der Praxis die hydrogeologischen Zusammenhänge verstanden haben, einfache mathematische Gleichungen nutzen können, um hydraulische Fragestellungen zu bewerten und gängige hydrogeologische Methoden sicher anwenden können.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Kenntnisse der Hydrogeologie. Teilnehmende sollten an Umweltprozessen und hydrogeologischen Methoden interessiert sein.
Module BGU6620 Hydrogeologie I und BGU66021 Hydrogeologie II aus dem Bachelorstudiengang Geowissenschaften.

Content:
• Wassertransport in der Ungesättigten Zone
• Grundlagen des Wassertransportes in der gesättigten Zone (Darcy)
• Auswertung von Pumpversuchen in porösen Aquiferen
• Auswertung von Pumpversuchen in geklüfteten Aquiferen mit Matrixporosität
• Auswertung von Hochwasserereignisse
• Flache Geothermie
• Geochemische Prozesse im Grundwasser

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage
• Komplexe hydrogeologische Fragestellungen zu analysieren und mathematisch zu beschreiben.
• Hydraulische Tests wie Pumpversuche in Locker- und Festgesteinen auszuwerten, zu interpretieren und die hydrogeologischen Zusammenhänge zu verstehen.
• Hydraulische Fragestellungen in Grundwasserleitern in mathematische Gleichungen zu fassen und sie in einfache Modelle zu integrieren.
• Lösungsvorschläge für die Bearbeitung der hydrogeologischen Problemstellung zu entwickeln und quantitative Berechnungsverfahren anzuwenden.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesungen mit integrierter Übungen, wobei das zugrundeliegende Konzept auf problembasiertem Lernen besteht. Zu Beginn einer jeden Vorlesung erfolgt zunächst eine Einführung in das jeweilige hydrogeologische Thema sowie eine Wiederholung und Vertiefung der benötigten hydrogeologischen bzw. mathematischen Grundlagen. Die anschließenden Übungen zu den ausgewählten hydrogeologischen Übungen trainieren und überprüfen dann das theoretische Wissen der Studierenden. Dies beinhaltet auch die Erstellung einfacher mathematischer Modelle mit Hilfe von Excel, mit deren Hilfe hydrogeologische Problemstellungen zu bewerten sind. Die gestellten Aufgaben sind selbständig in 2er Gruppen zu lösen. Die Ergebnisse der Übungsaufgaben werden in der Gruppe in der Folgewoche diskutiert und der Lösungsweg zusammen mit den Studierenden mit Hilfe einer Tafelanschrift aufgezeigt.

Media:
Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrift, Rechen- und Computerübungen, Lehrgespräch, Diskussion.

Reading List:
LANGGUTH & VOIGT (2004); Hydrogeologische Methoden.- 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).
HOLZBECHER, E. (1996); Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrogeologie Grundwasser und ungesättigte Zone. 364 S.; Berlin (Springer).

Responsible for Module:
Einsiedl, Florian; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130075: Landslides in Theory and Practice: Characterization and Control | Hangbewegungen in Theorie und Praxis: Systematik und Prozessanalyse

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 107	**Contact Hours:** 73

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Eine Bewertung erfolgt durch eine 60-minütige, schriftliche Klausur, in welcher die Studierenden ihr erlangtes, technisches Wissen durch Beantwortung von strukturierten Fragen in kurzer Zeit sowie ohne Hilfe von Lernmaterialien (nur Taschenrechner und Formelsammlung erlaubt) zeigen sollen. Die Klausur eignet sich hier am besten, weil auch synoptische Zusammenhänge aus mehreren Gebieten analysiert, bewertet und eigene Lösungsideen entwickelt werden sollen.

Durch die schriftliche Prüfung wird ein vertieftes Verständnis in
• der Klassifikation von Hangbewegungen
• den Ursachen und Auslösern von Hangbewegungen
• dem kinematischen Verhalten von Hangbewegungen
• der Beurteilung und dem Bewerten der Wahrscheinlichkeit von Naturgefahren
• der Kosten-Nutzen-Optimierung von Schutzbauwerken
• den Möglichkeiten und Grenzen eines geodätischen Monitorings
• den Konzepten, der Instrumentierung und der Verarbeitung von geodätischen Informationen nachgewiesen.

Die Studenten sind in der Lage, sich an die Inhalte der genannten Punkte zu erinnern. Des Weiteren können sie eine geologische Situation analysieren, die daraus resultierenden Gefahren bewerten, das Risiko berechnen und ein geeignetes geodätisches Monitoring System entwickeln.

Studienleistung Kartierübung Rindberg (Landslides: learning practical methods in the field):
Die Ergebnisse einer fünftägigen Kartierübung werden von den Kartiergruppen als 6-8 seitiger Bericht abgegeben, der bestanden werden muss. Die Studierenden sollen 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. Durch namentliche Kennzeichnung der Abschnitte des Berichtes wird eine individuelle Bewertung gewährleistet. Die Charakterisierung und Analyse der identifizierten Hangbewegungen sowie eine Gefährdungsbewertung des betroffenen Hanges sollen präsentiert 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. Diese Studienleistung ist zwingend, da hier besondere Fähigkeiten für den Arbeitsmarkt durch das Erlernen der Anwendung normisierter Legenden und Klassifikationen, die rechtsverbindlich sein können, belegt werden.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
• Kenntnisse und Fähigkeiten zu: geologischer Kartierung, Gebirgseigenschaften, Klassifikation von Boden und Fels, Gestein und Gebirge: Maßstabseffekte, Methoden der Ermittlung von Gesteins- und Gebirgskennwerten
• Das Modul ist auch für andere Studiengänge wie Umweltingenieurwesen/ Bauingenieurwesen offen.

Content:
Inhalt Lernergebnis
Bedeutung von Hangbewegungen
Fallstudien Goldau, Rufi, Grätli, Vajont, Elm • Die Studierenden werden in die Begriffe „Gefahr“, „Risiko“, und „Katastrophe“ eingeführt. Den Studierenden soll bewusstwerden, wie Hangbewegungen unsere Landschaft formen. Die Studierenden erinnern sich an eigene Erlebnisse und können diese nun verknüpfen.
Klassifizierung von Hangbewegungen • Die Studierenden verstehen die verschiedenen Ansätze von Klassifikationen und verstehen warum und wie diese Klassifikationen funktionieren.
Mechanisches Verständnis der Teilphasen eines Steinschlags/Felssturzes/Bergsturzes: Ablösung, Sturzprozess und Disintegration, Fließprozess, Ablagerung • Die Studierenden verstehen die auftretenden Prozesse und Mechanik bei der Auslösung, Bewegung und Desintegration sowie dem Fließen eines Bergsturzes/Felsversagens.
Hangbewegungen in duktilem Material • Die Studierenden verstehen die auftretenden Prozesse bei Rotations- und Translationsrutschungen und welches Material dafür anfällig ist.
Vorbereitende und auslösende Faktoren von Hangbewegungen • Die Studierenden erinnern sich und verstehen welche Bedingungen für die Auslösung von Hangbewegungen verantwortlich sind. Sie können das Gelernte auf eigene Erfahrungen und eigenes Wissen anwenden (z.B. warum passiert an bestimmen Orten öfter ein Steinschlag als an anderen Orten)
Angewandte Forschung im Fachbereich Hangbewegungen
• Suszeptibilität
• Überwachungssysteme
• Remonte sensing

• Geophysik • Die Studierenden lernen die Suszeptibilität von Gebieten für Hangbewegungen kennen und verstehen, warum bestimme Gebiete anfälliger für Hangbewegungen sind.
• Die Studierenden können das Gelernte auf Situationen im eigenen Leben anwenden. Sie verstehen warum Geländekartierungen essentiell für das Verständnis von Hangbewegungen und weitere Prognosen sind.
• Die Studierenden verstehen Techniken, die zur Analyse und Frühwarnung von Hangbewegungen genutzt werden können. Sie sind in der Lage die dabei erhaltenen Ergebnisse und analysieren und zu bewerten.
• Die Studierenden sind in der Lage geeignete Monitoringsysteme für Fallbeispiele zu entwickeln. Vorhersage und Modellierung von Hangbewegungen • Die Studierenden verstehen, welche Möglichkeiten es gibt, das räumliche und zeitliche Versagen von Hängen vorherzusagen. Sie können dies auf Beispiele anwenden, die erhaltenen Ergebnisse analysieren und bewerten.
• Die Studierenden verstehen, wo der Stand der Forschung in der Modellierung von Hangbewegungen ist und lernen gleichzeitig die Möglichkeiten und Grenzen kennen. Schutzmaßnahmen gegen Hangbewegungen • Die Studierenden verstehen, welche Möglichkeiten für Schutzmaßnahmen gegenüber Hangbewegungen ergriffen werden können.
• Die Studierenden können dies auf andere Gebiete anwenden, die Schutzwirkung von bestehenden Maßnahmen analysieren und bewerten. Überdies können Sie selbst Maßnahmen entwickeln.

Kartierübung Rindberg:
• 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

Intended Learning Outcomes:
Nach diesem Modul können die Studierenden sich an Typen von Hangbewegungen und an international anerkannte Klassifikationsmethoden erinnern. Sie sind in der Lage, die Ursachen und Auslöser für Hangbewegungen sowie die Grundlagen der Risikobewertung und das Gefahrenmanagement zu verstehen. Sie können Gefahrenkartierungen und –zonierungen anwenden. Durch die Analyse der verschiedenen Bewegungstypen und der Transportprozesse können die Studierenden bewerten, welche Methode für das Monitoring der Hangbewegung sinnvoll und zielführend ist. Die Studierenden können eine grundlegende Risikoanalyse und eine Kosten-Nutzen-Optimierung für Schutzbauten gegen Hangbewegungen entwickeln.
Kartierübung Rindberg:
• Die Studierenden…
• beschreiben und klassifizieren Gesteine im Gebiet und bewerten deren Beschaffenheit im Zusammenhang mit den Hangbewegungen vor Ort

• erkennen und analysieren die geologischen Strukturen und Einheiten im Gebiet und entwickeln eine geologische Karte des Gebiets
• erkennen selbstständig im Gelände Hangbewegungstypen und -prozesse, die sie charakterisieren, klassifizieren, analysieren und bewerten (z. B. unter Berücksichtigung von geschätzter Mächtigkeit, Volumen, Bewegungsgeschwindigkeit, beeinflussten Bereichen, etc.)
• führen eine Gefährdungsbewertung der Hangbewegung durch (bezüglich Aktivität der Bewegung), inklusive Gefahrenzonierung, Alternativvorschläge zu geplanter Infrastruktur, und entwickeln Vermeidungsstrategien, Vorhersage- oder Monitoring-Strategien
• wenden eine strukturierte Systematik beim ingenieurgeologisch-geomorphologischen Kartieren an, in dem sie ein spezifisches System mit einer eigenen Klassifikation von z. B. Hangbewegungs-, Boden-, Gesteinstypen für die geologischen, geomorphologischen und phänomenologischen Karten in ihrem Projektgebiet entwickeln

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung „Landslides“ (2 SWS) und einer 4-tägigen Geländeübung „Kartierübung Rindberg“ (2,85 SWS).
Um die verschiedenen Hangbewegungstypen, die international anerkannten Klassifikationsmethoden und die Ursachen und Auslöser von Hangbewegungen zu lernen, arbeitet der Kurs mit Power-Point-Präsentationen und Videos. Um die Grundlagen der Risikobewertung und der Kosten-Nutzen-Optimierung zu vermitteln, werden Übungsaufgaben gestellt. Verschiedene Hangbewegungen werden als Fallstudien behandelt. Die Studierenden sollen in der Lage sein, die kinematische Bewegung von Hangbewegungen zu analysieren. Sie sollen bewerten können, welche Monitoring-Methode geeignet und zielführend für die Frühwarnung von verschiedenen Hangbewegungstypen ist.
Die Kartierübung ist ein viertägiger Gelände-Blockkurs. Am ersten Tag der Geländeübung findet eine Einführungsexkursion 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 Teilnehmenden 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 nähergebracht werden.

Media:
Powerpoint-Präsentation, Tafel, Videos, Handouts mit den wichtigsten Diagrammen und Tabellen

Reading List:
TURNER and SCHUSTER (1996): Landslides: Investigation and Mitigation, National Academy Press, Kompetenzzentrum Naturgefahren der Schweiz CENAT, ETH Zürich.
DUNNICLIFF (1993): Geotechnical instrumentation for monitoring field performance, Wiley.
SCHOFIELD & BREACH (2007): Engineering Surveying, sixth edition, Elsevier.

BONNARD, FORLATI & SCAVIA (2004): Identification and Mitigation of Large Landslide Risks in Europe - Advances in Risk Assessment, European Commission Fifth Framework Programme, IMIRILAND Project, Balkema Publishers.

ClimChAlp (CLIMATE CHANGE, IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES IN THE ALPINESPACE) (2008): Slope Monitoring Methods - State of the Art Report, https://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/projekte/climchalp/doc/engl_report_6.pdf.
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.
Zangerl, C., Prager, C., Brandner, R., Brückl, E., Felli, W., Tentschert, E.-H., & Schönlaub, H. P. (2008). Methodischer Leitfaden zur Prozessorientierten Bearbeitung von Massenbewegungen. Geo.Alp, 5, 1–51.
LESER, H. und STÄBLEIN, G. (1975): Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Erstellung geomorphologischer Karten 1:25000. Berlin. Berliner Geographische Abhandlungen. 1-39.
CENAT (1996): Dealing with natural hazards and risks, module 3 landslides, web-based lectures.
BUWAL (1997): Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren für raumwirksame Tätigkeiten

Responsible for Module:
Prof. Dr. Michael Krautblatter (m.krautblatter@tum.de)

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130067: Soil Mechanics, Foundation Engineering and Underground Engineering Law | Bodenmechanik, Grundbau und Tiefbaurecht

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:**	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 105	**Contact Hours:** 75

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Der Leistungsnachweis erfolgt in Form einer 120-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:
- Beschreibung und Auswertung bodenmechanischer Versuche
- Analytische Berechnung von Grundwasserströmungen
- Bemessung von Flachgründungen
- Spannungs- und Setzungsberechnungen
- Böschungsstabilitätsuntersuchungen
- Bemessung von Baugrubenumschließungen
- Kenntnisse über Bauverfahren in der Geotechnik

Zudem beinhaltet die Klausur strukturierte Fragen mit welchen die Studierenden ihr erlangtes Wissen durch Analysieren von angewandt-geologischen Sachverhalten im juristischen Umfeld anwenden können. Dabei werden anhand von juristischen Fallbeispielen Lösungsvorschläge erarbeitet und bewertet.
Durch die schriftliche Prüfung wird ein vertieftes Verständnis in Fragen des Tiefbaurechts und Rechtsfragen allgemeiner Art in der ingenieurgeologischen Berufspraxis nachgewiesen.
Als Hilfsmittel sind sämtliche Studienunterlagen, Literatur und einfache wissenschaftliche Taschenrechner zugelassen.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
BGU43015 Einführung in die Technische Mechanik für Studierende der Geowissenschaften
ED130065 Felsmechanik und Felsbau mit Labor

Content:
- Wasser im Baugrund (Grundwasserströmung, Grundwasserabsenkung)
- Baugrundverformung (Spannungsausbreitung, Setzung, Konsolidation)
- Grundlagen geotechnischer Entwürfe und Ausführungen
- Einfache Flachgründungen
- Interaktion Bauwerk - Baugrund
- Baugrundverbesserung, Spezialverfahren
- Böschungen
- Erdbau, Geokunststoffe
- Tiefgründungen
- Erddruck, Baugrubenumschließungen, Verankerungen

Inhalte des juristischen Bereichs:
- Grundzüge des Vergaberechts für Planungs- und Ausführungsleistungen
- Grundzüge des Bau- und Vertragsrechts
- Fragen der kaufrechtlichen Mängelhaftung für Baustoffe
- VOB Teile B und C
- Grundzüge des Baugrund- und Tiefbaurechts.

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:
- sich an elementare Bodeneigenschaften zu erinnern
- sich an Bodenverbesserungsmaßnahmen zu erinnern
- Baugrundverformungen auf Grund von Spannungsausbreitungen einzuschätzen
- Konsolidationsvorgänge im Böden zu verstehen
- Nachweise für Flachgründungen anwenden
- Berechnungsmodelle für Strömungsvorgänge im Boden anzuwenden
- den Entwurf von Grundwasserhaltungen durchzuführen
- Nachweisverfahren für Anker durchzuführen
- Tiefgründungen zu entwerfen
- Baugrubenumschließungen zu entwerfen

Die Studierenden können mit Rechtsfragen der ingenieurgeologischen Berufspraxis – insbesondere im Tunnelbau - umgehen. Sie können rechtliche Situationen beurteilen und Strategien bei der Vertretung von Standpunkten in einem Rechtsstreit entwickeln.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung „Bodenmechanik und Grundbau für Ingenieurgeologen“ sowie einer Vorlesung mit integrierter Übung „Tiefbaurecht“.
Die Vorlesungen bestehen aus klassischen Vorträgen mit ständiger Unterstützung durch eine PowerPoint-Präsentation, wodurch die Studierenden von der Erfahrung des Dozierenden direkt profitieren können. Teilweise werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung

der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. Filme zu Verfahren werden integriert. Der Vorlesungsstoff wird mittels Hörsaalübungen vertieft. Die Übung bedient sich eines Skriptes, in dem die Sachverhalte der Vorlesung durch Berechnungsbeispiele gestützt werden. Des Weiteren werden freiwillig Übungsblätter ausgegeben, die außerhalb der Präsenzphase bearbeitet werden können. Die Übungsblätter werden korrigiert und in der Lehrveranstaltung besprochen.
Die juristischen Themen werden während der Vorlesung mit integrierter Übung in einem Vortrag eingeführt und die einzelnen Themen in konkrete Übungen mit den Studierenden eingebunden, ggf. auch in Form von Hausaufgaben. Kleinere Gruppen (ca. 4 Personen) stellen dann die Ausarbeitungen vor und die Themen werden gemeinsam diskutiert. Durch den Praxisbezug aller Themen können die theoretischen juristischen Grundlagen für die Studierenden verständlich aufbereitet werden.

Media:
Skript, Übungsskript (Studienheft), PowerPoint-Präsentation, Videos

Reading List:
VOGT, N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik"
SCHMIDT, H.-H. (2017): Grundlagen der Geotechnik, Springer Vieweg
LANG, HUDER, AMANN (2011): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)
FUCHS, B., MAURER, M. et al. (2022): Handbuch Tiefbaurecht, Verlag C.H. Beck

Responsible for Module:
Bräu, Gerhard; Dipl.-Ing. (Univ.)

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Bodenmechanik und Grundbau für Ingenieurgeolog:innen (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)
Bräu G

Tiefbaurecht (Vorlesung mit integrierten Übungen, 1 SWS)
Mayer M, Fuchs B, Thuro K
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130056: Reservoir Geology | Reservoirgeologie

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 3	**Total Hours:** 90	**Self-study Hours:** 60	**Contact Hours:** 30

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
At the end of the module, students participate in a written exam of 60 minutes' duration. In the exam students are supposed to demonstrate their ability to apply their newly gained knowledge in geological, structural and geomechanical reservoir characterization to real world examples and case studies. They demonstrate their ability to characterize, estimate and calculate geologic, hydraulic and mechanical properties of georeservoirs, in particular with application to deep geothermal drilling and characterization of fractured and fault bounded reservoirs. In addition, students will apply basic methods of seismic and structural interpretation in order to characterize and estimate structural and lithological properties, dimensions and resources of georeservoirs in different basin settings.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
None. However, basic knowledge and deeper interest in tectonics, structural geology, deep geothermal energy and rock mechanics is recommended

Content:
Basic foundation in geological, structural and geomechanical characterization of georeservoirs will be addressed. In addition, basic techniques to assess quality and integrity of fractured and fault-bounded reservoirs in relation to exploration and production risk are introduced. The following topics will be covered:
Basin fluids and advanced basin analysis
Origin and petrophysics of clastic, carbonate and crystalline reservoirs
Fractured reservoirs and fault-related reservoirs
Fault kinematics, fault properties
Fracture and fault zone models on different scales

Structural diagenesis
Introduction to and integration with 2D/3D seismic interpretation
Structural restoration & Introduction to modeling techniques and relevant software

Intended Learning Outcomes:
After successful participation of this module the students
are able to identify and characterize the most important reservoir types and their structural, hydraulic and mechanical properties
are able to analyze fractured and fault bounded reservoirs in terms of productivity and mechanical integrity
are able to predict subsurface pressures and stresses based on different data sources
are able to estimate fault & fracture reactivation potential
are able to apply basic analytical and numerical methods typically used in reservoir characterization

Teaching and Learning Methods:
The module consists of an introductionary lecture with integrated exercises and discussions. The theoretical background of geological and geomechanical reservoir characterization will be taught using a combination of PowerPoint presentations, videos and quizzes and directly applied by working in small groups on dedicated case studies and subsequent group discussions.

Media:
Moodle e-learning platform, PowerPoint presentations, white board, discussions, group and individual exercises

Reading List:
Allen & Allen (2013): Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment. 3rd Ed (Wiley-Blackwell)
Schultz (2019): Geologic Fracture Mechanics. - Cambridge (Cambridge University Press)
Zoback, M.D. (2010): Reservoir Geomechanics.- Cambridge (Cambridge University Press)
Nelson (2001): Geologic Analysis of Naturally Fractured Reservoirs.-Elsevier.
F.J. Lucia (2007): Carbonate Reservoir Characterization - An Integrated Approach.-Springer.
Ahr, W.M. (2008): Geology of Carbonate Reservoirs: The Identification, Description and Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in Carbonate Rocks.- New Jersey (Wiley).
Moore, C.H. & Wade, W.J. (2013): Carbonate Reservoirs: Porosity and Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework, (Developments in Sedimentology, 67) Amsterdam (Elsevier).

Responsible for Module:
Drews, Michael; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Reservoirgeologie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Duschl F, Drews M
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130076: Numerical Methods in Geosciences I | Numerische Methoden der Geowissenschaften I

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 3	**Total Hours:** 90	**Self-study Hours:** 50	**Contact Hours:** 40

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Eine Bewertung erfolgt durch eine 90-minütige Klausur. Diese ist in zwei Teile (schriftlicher Teil 45 min und Modellierung am PC 45 min) gegliedert. Die Studierenden zeigen dabei im schriftlichen Teil ihr erlangtes, technisches Wissen durch Beantwortung von strukturierten Fragen in kurzer Zeit. Es wird geprüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen der Numerischen Methoden verstehen und anhand problemorientierter Fragestellungen auf Geodaten anwenden und selbständig analysieren können. Im praktischen Teil zeigen sie, dass sie in der Lage sind, die erlernte Theorie an einem praktischen Beispiel in einem numerischen Modell anzuwenden.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Grundkenntnisse in der Fels- und Bodenmechanik sowie zur Klassifikation und Erkennung von Hangbewegungen werden erwartet. Empfohlen sind Grundkenntnisse der Mathematik und der Datenverarbeitung aus dem Bachelor Geowissenschaften.

Content:
Die Studierenden lernen, verschiedene Modellierungsansätze und -programme für geowissenschaftliche Anwendungen zu verwenden und erhalten einen Einblick in die Aufbereitung und computergestützte Prozessierung spezieller geowissenschaftlicher Datensätze (Geophysik, LiDAR). Der Inhalt gliedert sich in:

• Einführung in mechanischen Grundlagen und Interaktionen von Versagensmechanismen
• Materialparameter und Bruchkriterien
• Grenzgleichgewichtsanalyse
• Kontinuumsmodellierung

• Diskontinuumsmodellierung
• Trajektorenmodellierung
• Tomographische Modelle
• Anwendung von LiDAR in den Geowissenschaften

Intended Learning Outcomes:
Die Studierenden sind nach erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage…
- die mechanischen Grundlagen und Interaktionen von Versagensmechanismen zu verstehen.
- das Zusammenspiel und den Einfluss der verschiedenen Materialparameter auf die Gebirgsfestigkeit und die verschiedenen Bruchkriterien zu verstehen.
- verschiedene Berechnungsverfahren der Grenzgleichgewichtsanalyse zu verstehen und die Ergebnisse zu bewerten und zu validieren.
- die Grundlagen der Finite Elemente Analyse und der Diskontinuumsmodellierung sowie die Unterschiede und die Vor- / Nachteile beider Ansätze zu verstehen.
- die Spannungsverhältnisse in einem tiefliegenden Tunnel zu analysieren und Konzepte zur Beurteilung der Standsicherheit von Böschungen zu verstehen und anzuwenden
- die Grundlagen der Trajektorenmodellierung für Steinschläge zu verstehen.
- spezielle Fachsoftware zur Modellierung von granularen Partikelflüssen (Felslawinen) anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten.
- den theoretischen Hintergrund der Inversion von geoelektrischen Daten zu verstehen sowie spezielle Fachsoftware anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten.
- verschiedene Anwendungsbereiche von LiDAR-Daten und Voraussetzungen für die Datenerfassung zu verstehen sowie grundlegende Arbeitsschritte in der Fachsoftware durchzuführen und ihre Kenntnisse anzuwenden, um geomorphologische Prozesse (Steinschlag, Murgänge) anhand der Daten zu bewerten.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung „Numerische Methoden der Geowissenschaften I“ (2,5 SWS). Das zu Grunde liegende Konzept des Moduls ist das problembasierte Lernen. Der Kern des Kurses besteht aus kurzen Einführungen in die theoretischen Grundlagen die durch anschließende Übungen umgesetzt und vertieft werden. Verschiedene Modellierungsprogramme werden anhand von Übungsblättern im Numerischen Labor am PC von den Studenten angewendet und in der Gruppe besprochen. Lösungswege werden diskutiert und aufgezeigt. Dadurch können die Studierenden einen schnellen und selbst erarbeiteten Umgang mit den Lernergebnissen erzielen.

Media:
Moodle e-learning Plattform; PowerPoint-Präsentationen, Übungsskript, Tafelarbeit, Demonstration von Modellierungsprogrammen, eigenständige Arbeit der Studierenden im Numerischen Labor an PCs,

Reading List:
ANDERSON, M.G. AND RICHARDS, K.S. (1987). Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology, Wiley, Chichester.

BACKHAUS, K., ERICHSON, BS., PLINKE, W. & WEIBER, R. (2003): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. 10. Aufl., - 818 S., Springer, Berlin.
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.
CRESSIE, N. A. C. (1993): Statistics for Spatial Data, - , John Wiley & Sons, Chichester.
DALGAARD, P. (2002): Introductory Statistics with R. - 267 S., Springer, Berlin.
DORREN, L. (2010): Rocky for 3D revealed - Description of the complete 3D rockfall model. Association ecorisQ.
DORREN, L. K. A. (2003): A review of rockfall mechanics and modelling approaches, Progress in Physical Geography, 26: 69-87.
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.
HOEK, E. (2000): Practical rock engineering. – 237 S.,
ISAAKS, E. H. & SRIVASTAVA, R. M. (1989): An Introduction to Applied Geostatistics. – 561 S., Oxford University Press, Oxford.
KRUMMENACHER, B., PFEIFER, R., TOBLER, D., KEUSEN, H.-R., LINIGER, M. & ZINGGELER, A. (2005): Modellierung von Stein- und Blockschlag – 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.
SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik. 10 Aufl., - 898 S., Springer, Berlin.
SCHLITTGEN, R. (2012): Angewandte Zeitreihenanalyse mit R. 2. Aufl. - 291 S., Oldenburg, München.
SCHÖNWIESE, C., D. (2000): Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler. 3. Aufl. - 298 S., Gebrüder Borntraeger, Berlin.
SWAN, A. R. H. und SANDILANDS, M. (1995): Introduction to Geological Data Analysis.- 446 S.; Oxford (Blackwell Science).
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.

Responsible for Module:
Krautblatter, Michael; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Numerische Methoden 1 (Grundlagen) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2,5 SWS)
Krautblatter M, Jacobs B, Mühlbauer S, Offer M

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130062: Groundwater Quality | Grundwasserqualität

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:**	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Prüfungsleistung besteht aus einer 120-minütigen Klausur. Die Studierenden stellen in der schriftlichen Prüfung unter Beweis, dass sie die erlernten chemischen und hydrogeologischen Grundlagen zum Schadstofftransport im Grundwasser und der Isotopenhydrogeologie verstanden haben und in der Lage sind Daten aus Grundwasserleitern zu interpretieren und zu bewerten. Dabei sollen die Studierenden etwa der Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser beschreiben und (bio)geochemische Prozesse, mithilfe von Isotopendaten analysieren und quantitativ beschreiben können. Darüber hinaus sollen die Studierenden die hydrogeologischen Charakteristika eines Einzugsgebietes mit Hilfe der stabilen Isotope und das Risiko von Grundwasserverunreinigungen schadstoffspezifisch bewerten können und die Ergebnisse in verständlicher, schriftlicher Kurzform darstellen. Hilfsmittel: Taschenrechner.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Kenntnisse der Hydrogeologie sowie der Mathematik, Physik und Chemie. Teilnehmende sollten an Umweltprozessen und hydrogeologischen Methoden interessiert sein. Module BGU6620 Hydrogeologie I und BGU66021 Hydrogeologie II aus dem Bachelorstudiengang Geowissenschaften.

Content:

+ 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

Intended Learning Outcomes:
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 Grundlagen der Isotopenchemie zu verstehen
• Mit Hilfe von Isotopendaten einen Grundwasserleiter hydrogeologisch zu bewerten
• Biogeochemische Prozesse mit Schwerpunkt auf den S, N und C-Kreislauf unter Anwendung der stabilen Isotope zu analysieren
• Den Schadstoffabbau qualitativ und quantitativ zu beschreiben

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung, wobei durch aktuelle Fallbeispiele ein problembasiertes Lernen mit unmittelbarem wissenschaftlichem und technischem Praxisbezug gewährleistet wird. Hier werden in Einzel- als auch in Gruppenarbeit Fallbeispiele aus der Praxis gelöst und anschließend diskutiert. Dabei profitieren die Studenten v.a. durch die am Lehrstuhl bereits auf diesem Gebiet durchgeführten Projekte und den Erfahrungsschatz der Dozierenden.

Media:
Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrift, Rechen- und Computerübungen, Lehrgespräch, Diskussion.

Reading List:
APPELO, C.A.J, POSTMA, D. (2006) Geochemistry, Groundwater and Pollution, Balkema,Leiden.
Clark & Fritz (1997): Environmental Isotopes in Hydrogeology.-398 S. Lewis Publisher.
DVGW [HRSG.] (2002): Planung, Durchführung und Ausführung von Markierungsversuchen bei der Wassergewinnung. 22 S.; Bonn (DVGW-Regelwerk des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches, Technische Regeln Arbeitsblatt W 109).
DVGW [HRSG.] (1983): Ermittlung, Darstellung und Auswertung der Korngrößenverteilung wasserleitender Lockergesteine für Brunnenbau und für hydrogeologische Untersuchungen. 17 S.; Bonn (DVGW-Regelwerk des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches, Technische Regeln Arbeitsblatt W 113).
DVWK [HRSG.] (1989): Stofftransport im Grundwasser. 296 S.; Berlin (DVWK Schriften, 83).
DVWK [HRSG.] (1991): Sanierungsverfahren für Grundwasserschadensfälle und Altlasten Anwendbarkeit und Beurteilung. 228 S.; Berlin (DVWK Schriften, 98).
ENTENMANN, W. (1992): Das hydrogeologische Beweissicherungsverfahren für Hausmülldeponien. Band 1: Verfahren, Fallbeispiele, Erkundung und Erfassung hydraulischer Daten. 164 S.; Köln (Clausthaler Geol. Abh., 49).
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.

Responsible for Module:
Einsiedl, Florian; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Schadstoffhydrogeologie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Baumann T

Isotopenhydrogeologie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Einsiedl F [L], Einsiedl F, Gilg H
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Elective Modules | Wahlmodule

Module Description

ED130068: Engineering Geology in practice | Ingenieurgeologie in der Praxis

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:**	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Projektarbeit (ca. 100 Seiten), die sich aus drei Ausarbeitungsteilen zusammensetzt (Vorstudie, Vorerkundung und ingenieurgeologisches Gutachten). Anhand der Projektarbeit (Gruppenarbeit zu 4-5 Personen) wird geprüft, inwieweit die Studierenden für ein konkretes Fallbeispiel eines Tunnelprojekts die wichtigen baugeologischen Besonderheiten in jeder Planungsphase erfassen und darstellen können. Im ersten Ausarbeitungsteil wird eine ingenieurgeologische Vorstudie in einem konkreten regionalgeologischen Kontext angefertigt und dabei die ingenieurgeologischen Schlüsselprobleme identifiziert und die daraus resultierenden Gefährdungsbilder abgeleitet. Im zweiten Ausarbeitungsteil werden spezifische Erkundungsmaßnahmen für das Bauprojekt vorgeschlagen, um die zuvor ermittelten Schlüsselprobleme verifizieren und möglichst quantifizieren zu können. Nach Abgabe der Vorerkundung werden den Studierenden reale Ergebnisse der Erkundungsmaßnahmen zu ihren Bauprojekten übergeben, welche sowohl Feld- als auch Laborversuche enthalten. Aus diesen wird der dritte Ausarbeitungsteil erarbeitet, welcher ein umfassendes ingenieurgeologisches Tunnelbaugutachten umfassen soll. Dieses Tunnelbaugutachten soll neben dem Textteil auch eine Planzeichnung auf DIN A0 beinhalten, die geologische Schlüsselprobleme und Gefährdungsbilder entlang der Tunneltrasse darstellen soll. Bei allen Ausarbeitungsteilen wird auf die Verwendung der korrekten geologischen und geotechnischen Fachbegriffe sowie der gängigen Normen und Empfehlungen geachtet.
Dies steht in unmittelbarem Bezug mit der späteren Berufspraxis als Ingenieurgeologin oder Ingenieurgeologe.
Die einzelnen Ausarbeitungsteile werden wie folgt gewichtet: Vorstudie mit 30%, Vorerkundung mit 15%, Gutachten mit 40%, A0-Plan des Gutachtens mit 5% (zusammen 90%). Dabei werden einzelne Abschnitte/Anteile namentlich gekennzeichnet, um eine individuelle Bewertung zu gewährleisten.

Begleitend wird in einer Präsentation (10 min pro Person) nachgewiesen, ob die Studierenden die im Rahmen des ingenieurgeologischen Gutachtens erarbeiteten Ergebnisse präzise und anschaulich darstellen sowie dabei gleichzeitig mit rhetorischer Sicherheit überzeugend und professionell auftreten können. Die Projektarbeit geht zu 90% und die Präsentation zu 10% in die Modulnote ein.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Die Module aus dem Bachelor Geowissenschaften:
BGU49075 Ingenieurgeologie I
BGU49076 Ingenieurgeologie II
Die Module aus dem Master Ingenieur- und Hydrogeologie:
ED130065 Felsmechanik und Felsbau mit Labor
ED130069 Tunnelbau
ED130066 Regionale Geologie

Content:
Im Hauptteil der Vorlesung geht es um Baugrundeigenschaften und die ingenieurgeologische Beurteilung sowie Klassifikation von Fest- und Lockergesteinen: U.a. Bodenarten nach DIN EN ISO 14688, Felsarten nach DIN EN ISO 14689, Bodengruppen nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300 (alt) bzw. Homogenbereiche nach DIN 18300 (neu), Frostempfindlichkeit nach ZTVE-STB 17. Ferner werden wichtige ingenieurgeologische Aspekte der Baugrunderkundung, der Wasserhaltung sowie des Erd- und Tiefbaus vermittelt. Ebenso findet der Eurocode 7 mit den geotechnischen Aspekten und Anforderungen an die Festigkeit, Standsicherheit und Dauerhaftigkeit von Bauwerken Anwendung. Diese Grundlagen sind für das Erstellen der ingenieurgeologischen Gutachten im Übungsteil essenziell.
Im Übungsteil wird anhand praxisorientierter Fallbeispiele die Thematik von geologischen Schlüsselproblemen und den daraus resultierenden Gefährdungsbildern für verschiedene Ingenieurbauwerke aufgezeigt. Nach der Vorstellung unterschiedlicher geologischer Baugrundmodelle werden die daraus resultierenden ingenieurgeologischen Gefährdungsbilder gemeinsam erarbeitet und die sich ergebenden Risiken beim Bau aufgezeigt. Neben der Darstellung der Schlüsselprobleme bei bergmännischen sowie maschinellen Tunnelvortrieben in Locker- und Festgesteinen wird auch auf der Erstellung von Baugrubenumschließungen sowie auf Injektionsarbeiten eingegangen.
In der Übung wird durch eine praxisnahe Simulation eines Projektablaufs die Projektphasen Vorentwurf (Vorstudie), geotechnische Voruntersuchungen und Prognose (Gutachten) in ihrem ingenieurgeologisch-geotechnischen Anteil anhand eines tatsächlich durchgeführten Tunnelprojekts von den Studierenden selbst erarbeitet.

Intended Learning Outcomes:
Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul „Ingenieurgeologie in der Praxis“ sind die Studierenden in der Lage, eine fachgerechte Beschreibung der Locker- und Festgesteine nach den gängigen

Normen und Empfehlungen anzufertigen. Aus dieser Beschreibung können sie außerdem die wichtigsten Schlüsselprobleme und Gefährdungsbilder eines Tunnelbauwerks in Abhängigkeit der regionalen geologischen Verhältnisse extrahieren. Anhand der Schlüsselprobleme können sie dann die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes darstellen und bewerten. Zudem können die gängigsten Gebirgsklassifikationen sicher angewendet werden. Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden zudem auf Basis ihrer gewonnenen Erkenntnisse zum Untergrund eigenständig ein geotechnisches Untersuchungsprogramm entwerfen, welches die bautechnischen Eigenschaften erkunden soll.
Nach der Bewertung der bautechnischen Eigenschaften erfolgt die Planung der baulichen Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung etwaiger Schlüsselprobleme und Gefährdungsbilder. Die Studierenden sind nach erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, selbständig ein ingenieurgeologisches Gutachten für ein
Tunnelbauprojekt zu entwerfen und die zur Verfügung gestellten Unterlagen hinsichtlich ihres Informationsgehaltes zu bewerten.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierter Übung („Baugeologie“) und einer begleitenden Übung („Fallstudie“).
Die Veranstaltung „Baugeologie“ ist zunächst eine klassische Vortragsveranstaltung mit Power-Point-Präsentationen und zeitweiser Unterstützung durch Tafelarbeit. Teilweise werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung der Sachverhalte verwendet und herumgegeben. In der Vorlesung mit integrierter Übung erlernen die Studierenden das sichere Anwenden der Normen, Empfehlungen und Klassifikationen, welches für die Erstellung eines Gutachtens essenziell ist.
In der Übung „Ingenieurgeologische Fallstudie“ werden die Schlüsselprobleme von ausgewählten Projekten unter Anleitung der Dozierenden in Gruppen (ca. 4-5 Studierende) erarbeitet. Im Zuge der zu erstellenden Projektarbeit sind eine umfangreiche Materialrecherche und ein Literaturstudium notwendig. In der Zusammenarbeit mit anderen werden im Rahmen der Projektarbeit Dokumente zusammengefasst, sowie Probleme bearbeitet, um sie schriftlich darzustellen. Die erzielten Ergebnisse werden in Einzelarbeit durch die Studierenden in regelmäßigen Präsentationen mit Hilfe von PowerPoint-Vorträgen vorgestellt und mit allen Studierenden diskutiert. Im Rahmen dieser Veranstaltung erlernen die Teilnehmenden das Erstellen ingenieurgeologischer Vorstudien, Voruntersuchungen und Gutachten nach den gängigen Normen und dem Stand der Technik. Sie sind in der Lage selbständig ein ingenieurgeologisches Gutachten für ein Tunnelbauprojekt zu entwerfen und die zur Verfügung stehenden Unterlagen hinsichtlich ihres Informationsgehaltes zu bewerten.

Media:
Digitale Präsentation, Tafelarbeit, Präsentation der Ergebnisse.

Reading List:
Folien, Skripten und Publikationen zum Download sowie Links auf der Kurshomepage
Diverse Normen und Regelwerke

Bergmeister, K. & Wörner, J. (Herausgeber, 2005): Betonkalender 2005: Schwerpunkt: Fertigteile, Tunnelbauwerke. Verlag Ernst & Sohn A Wiley Company, Berlin.
Buja, O. (2001): Handbuch des Spezialtiefbaus Geräte und Verfahren. Werner Verlag, Düsseldorf.
EHRBAR, H., BÖCKLI, O. & AMMON, Chr. (2023) Baupraxis - Der Untertagebau. – 335 S., Band 1, Wemding (Fachwissen Bau).
EHRBAR, H., BÖCKLI, O. & AMMON, Chr. (2023) Baupraxis - Der Untertagebau. – 333 S., Band 2, Wemding (Fachwissen Bau).
Floss, R. (2006): ZTVE-StB 94 – Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau. – 660 S., Bonn (Kirschbaum).
Girmscheid, G. (2013): Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau. – 760 S., 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn A Wiley Company, Berlin.
Hudelmaier, K. & Küfner, H. (2009): Spezialtiefbau Kompendium, Verfahrenstechnik und Geräteauswahl (Liebherr). Verlag Ernst & Sohn Wiley, Berlin.
Lessmann, H. (Herausgeber, 1978): Moderner Tunnelbau bei der Münchner U-Bahn. Springer-Verlag, Wien, New York.
Maidl, B., Herrenknecht, L. & Anheuser, L. (2011): Maschineller Tunnelbau im Schildvortrieb. Verlag Ernst & Sohn Wiley, Berlin.
Powell, D. (2008): Interpretation geologischer Strukturen durch Karten.- 236 S.; Berlin-Heidelberg-New York (Springer).
Prinz, H. & Strauß, R. (2018): Abriss der Ingenieurgeologie.- 898 S.; Berlin (Springer Spektrum).
Zimniok, K. (1983): Eine Stadt geht in den Untergrund Die Geschichte der Münchner U- und S-Bahn im Spiegel der Zeit. Hugendubel Verlag, München.

Responsible for Module:
Lempe, Bernhard; Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Baugeologie (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS)
Lempe B

Ingenieurgeologische Fallstudie (Übung, 2 SWS)
Lempe B, Drexl C
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130069: Engineering Geological Principles of Tunnelling | Ingenieurgeologische Grundlagen des Tunnelbaus

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Prüfungsleistung besteht aus einer 120-minütigen Klausur. Die Studierenden zeigen in der schriftlichen Prüfung, dass sie die erlernten ingenieurgeologischen und technischen Grundlagen der Tunnelvortriebsmethoden verstanden haben und ihren sinnvollen Einsatz bei vorgegebenen Gebirgsverhältnissen vorschlagen können. Dabei wenden die Studierenden verschiedene Planungs- und Gebirgsklassifikationsinstrumente an und analysieren ihre Vor- und Nachteile bei einem gegebenen Fallbeispiel. Abschließend erarbeiten die Studierenden Prognosen von Leistungs- und Verschleißparametern mit vorgegebenen Gesteins- und Gebirgskennwerten vor dem Hintergrund verschiedener Ausbruchsverfahren.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Das Modul ED130065 Felsmechanik & Felsbau mit den Inhalten: Grundsätzliche felsmechanische Konzepte, Felsbau über und unter Tage, Gebirgsklassifizierung, Vortriebsverfahren im Tunnelbau, Spannungs- & Verformungsmessungen, kinematische Analyse von Trennflächen in künstlichen und natürlichen Böschungen, felsmechanische Kennwerte und ihre Ermittlung durch Laboruntersuchungen sollte erfolgreich abgelegt sein.

Content:
In der Vorlesung Tunnelbau werden zunächst die ingenieurgeologischen Aspekte bei Voruntersuchungen für ein Tunnelbauwerk anhand von Fallbeispielen erläutert. Die konventionellen Tunnelvortriebsmethoden werden beginnend mit den wichtigsten historischen Verfahren vorgestellt, danach die Ausbruchsfolgen und verwendeten Sicherungsmittel mit Fokus auf die Sondermaßnahmen Rohrschirm, Düsenstrahlverfahren, Gefrieren/Vereisung und Injektionen. Hierbei wird anhand von Fallbeispielen stets auch der Bezug zur regionalen Geologie

und Ingenieurgeologie (Entwicklungsgeschichte, Lagerungsbedingungen) hergestellt. Der Bohr- & Sprengvortrieb wird mit seinen Gerätschaften und der Prognose von Bohrgeschwindigkeit, Verschleiß und Sprengbarkeit vertieft behandelt. Der Vortrieb mit Teilschnittmaschinen wird zusammen mit den Prognosemöglichkeiten von Fräsleistung und Meißelverschleiß charakterisiert. Beim maschinellen Tunnelvortrieb werden die verwendeten Typen von Tunnelbohrmaschinen im Festgestein und geschildeten Tunnelvortriebsmaschinen im Lockergestein zusammen mit ihren Einsatzgebieten detailliert vorgestellt und die Verfahren für das Utility Tunnelling erläutert. Für alle Vortriebsarten werden die Prognoseinstrumente für Leistung und Verschleiß vertiefend behandelt. Anschließend wird der Tunnelbau in Lockergesteinen mittels offener Bauweisen, Cut-and-Cover Verfahren, wasserdichten Trögen und Schildvortrieben insbesondere am Beispiel des U-Bahnbaus in München erläutert. Die Problemstellungen beim Bau von tiefen Tunneln in überkonsolidierten Lockergesteinen („Tertiär“) werden anhand des Baus der 2. S-Bahn Stammstrecke von der Erkundung bis zum Bau illustriert.
In der Übung werden die Aufnahme des Trennflächengefüges in einem Steinbruch mittels fortgeschrittener Methoden – Fotogrammetrie und Drohnenbefliegung – geübt und einer klassischen Scanline-Aufnahme mittels Gefügekompass gegenübergestellt. Die im Steinbruch gemessenen Trennflächendaten werden gemeinsam mittels geeigneter Software im Numerischen Labor analysiert und bewertet. Für eine geplante Kaverne wird eine kinematische Analyse durchgeführt und instabile Bereiche darin ermittelt. Dadurch wird der gesamte Arbeitsgang von der Aufnahme des Trennflächengefüges über seine Auswertung mittels Software bis hin zur Anwendung bei einem unterirdischen Bauwerk erlernt.

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, die wichtigsten Elemente für ingenieurgeologische Voruntersuchungen zu Tunnelbauprojekten in Fest- und Lockergesteinen und die zugehörigen
Vortriebskonzepte zu erarbeiten und zu begründen. Sie sind in der Lage, ingenieurgeologische und geotechnische Gefährdungsbilder in verschiedenen Gebirgsverhältnissen zu erkennen und technische Maßnahmen vorzuschlagen, um diese zu verhindern. Vor dem Hintergrund gegebener Gebirgsbedingungen, der Trassenlage und -geometrie sowie des Zecks können sie die richtigen Vortriebsarten – konventionell oder maschinell – und die eingesetzten Geräte und Verfahren bzw. den geeigneten Typ der Tunnelvortriebsmaschine auswählen und begründen.
Sie können bei den verschiedenen Vortriebsarten die erzielbare Leistung und den Werkzeugverschleiß auf der Basis felsmechanischer und geotechnischer Kennwerte prognostizieren und diese Daten im Kontext diskutieren.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung und aus einer geblockten Übung, die aus einem Geländetag und einem Block Auswertung im Numerischen Labor besteht. Die Vorlesung besteht aus einer Kombination von Präsentation, Tafelarbeit und Erarbeitung von Ergebnissen mit den Studierenden im Hörsaal. Skripte, Buchkapitel und Zeitschriften-Artikel dienen dabei als Vor- und Nachbereitung. Dabei werden Anschauungsmaterialien zur besseren Darstellung von Sachverhalten verwendet und herumgegeben (Gesteine, Geräte, Baustoffe, Werkzeuge etc.). Videos zu Versuchen und Verfahren werden integriert. Im Rahmen des Gelände- und

Labormoduls werden Besuche von Tunnelbaumaßnahmen in München angeboten (z. B. 2. S-Bahn-Stammstrecke Donnersberger Brücke, Hauptbahnhof und Bahnhof Marienhof, U-Bahnbau U5 und U9).

Media:
Digitale Präsentation, Videos (Projekte, Verfahren), Tafelarbeit, Skriptum, Anschauungsmaterialien (Gesteine, Geräte, Baustoffe, Werkzeuge).

Reading List:
EHRBAR, H., BÖCKLI, O. & AMMON, Chr. (2023) Baupraxis - Der Untertagebau. – 335 S., Band 1, Wemding (Fachwissen Bau).
EHRBAR, H., BÖCKLI, O. & AMMON, Chr. (2023) Baupraxis - Der Untertagebau. – 333 S., Band 2, Wemding (Fachwissen Bau).
GIRMSCHEID, G. (2013): Bauprozesse und Bauverfahren des Tunnelbaus. – 760 S., 3. Aufl., Berlin (Ernst & Sohn).
HOEK, E. (2007): Practical rock engineering. – 343 S., http://www.rocscience.com/education/hoeks_corner
Folien & Publikationen aus dem jeweiligen Vorlesungsteil zum Download auf der Moodle-Kurshomepage

Responsible for Module:
Thuro, Kurosch; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130073: Engineering Geomorphology Techniques and GIS | Ingenieurgeomorphologie: Arbeitstechniken und GIS

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 85	**Contact Hours:** 95

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Prüfungsleistung in Engineering Geomorphology Techniques & GIS erfolgt als wissenschaftliche Ausarbeitung zu einem spezifischen Thema (15 Seiten A4) in der ein Gis-Projekt eingeschlossen ist und zur Stärkung der kommunikativen Kompetenzen mit dazugehöriger mündlicher Präsentation (20 min). Die wissenschaftliche Ausarbeitung eignet sich hier am besten, da Zusammenhänge bewertet werden sollen. Die Studierenden weisen nach, dass sie ingenieurgeomorphologische Geodaten sammeln, erheben, georeferenzieren, analysieren, evaluieren und transferieren können für wissenschaftliche oder geotechnische Untersuchungen.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
• Kenntnisse und Fähigkeiten zu: geologischer Kartierung, Gebirgseigenschaften, Klassifikation von Boden und Fels, Gestein und Gebirge: Maßstabseffekte, Methoden der Ermittlung von Gesteins- und Gebirgskennwerten
• ED130075 Modul Landslides in Theory and Practice: Characterization and Control

Content:
Engineering Geomorphology Techniques:
1. Oberflächenbeschreibung und Kartierung: Geländekartierung und geomorphologische Prozesserfassung
2. Sedimentanalyse zur Entschlüsselung historischer Ereignisse: terrestrische und Seeablagerungen durch Schuttlawinen, Hochwasser, Felsstürze, Hangrutschungen, seismische Aktivität

3. Mechanische und chemische Untersuchung von Sediment: Korngrößen- und Komponentenbeschreibung, Rundung und Winkligkeit, Matrix, Organikgehalt
4. Datierungsmethoden in der Geomorphologie: 14C, Expositionsdatierung, Uran/Thorium
5. Untergrunderkundung: Oberflächennahe Geophysik mit Bodenradar, Elektrischer Widerstandstomographie, Seismischer Refraktions-Tomographie
6. Multitemporale Oberflächenerkundung: Analyse hochauflösender DEMs (Digital Elevation Model): Laserscanning und UAV-Photogrammetrie (Unmanned Aerial Vehicle)
7. Labormethoden in der Geomorphologie: Sedimentsondierung, Scherversuche, geophysikalische Eigenschaften, Einfluss von Umgebungsbedingungen
8. Kinematische Analyse: Ermittlung von Bewegungsraten mit differenziellem GPS (Global Positioning System) und Extensometer
9. Sedimentbudgets von Flüssen und Murgängen: Berechnung über verschiedene Zeitskalen
10. Hangbewegungsmodelle im Gelände: Geländeerkundung zur Modellbildung von Murgängen und Felsversagen
11. Untersuchung der Umgebungsbedingungen: Thermalbilder, Regen- und Feuchtemessungen
12. Entwicklung von Frühwarnsystemen: Hochwasser, Sedimentüberlastung, Murgänge und hyperkonzentrierte Ströme, Felsstürze
13. Bewertung ingenieurgeomorphologischer Strukturen: Felssturzbarrieren, Murgangverbau, Hochwasserschutz, Sediment- und Holzfang
GIS:
• Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung von Geoinformationssystemen in der Geologie am Beispiel der Hangbewegungskartierung am Rindberg
• In Vorbereitung auf die Geländeübung, die in der Pfingstwoche stattfindet, erstellen die Studierenden Unterlagen für die Arbeit im Gelände (Kartierung). Nach der Geländeübung werden die gewonnen Daten im Kurs weiterbearbeitet und ein GIS Projekt erstellt.
• Erstellung einer geologischen, geomorphologischen und phänomenologischen Hangbewegungskarte mit Hilfe von ESRI ArcGIS Pro® oder QGIS.
• Erstellen einer digitalen Kartiergrundlage
• Koordinatensysteme / Kombination mit existierenden Geodaten
• Projekt Layout und Wep 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 Analysen (Hydrologie, Image Classification, Standort)

Intended Learning Outcomes:
Engineering Geomorphology Techniques:
Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, geomorphologische Fragestellungen zu verstehen und in der Ingenieurpraxis anzuwenden. Sie können Geländeformen und Hangbewegungstypen analysieren und kombinierte Prozesse in einer sich wandelnden Landschaft bewerten.

Sie beherrschen durch die Gelände- und Laborübungen Techniken wie Kartierung und Auswertung von Sedimentanalysen. Sie differenzieren und klassifizieren verschiedene Arten von Aktivität im Gelände. Die Studierenden interpretieren vergangene und gegenwärtige Umweltbedingungen zur Entschlüsselung historischer Ereignisse.
Die Kenntnis verschiedener Datierungsmethoden in der Geomorphologie ermöglicht es den Studierenden, Prozessen über verschiedene Zeitskalen hinweg zu analysieren. Die Fähigkeit, den Untergrund mithilfe geophysikalischer Methoden zu erkunden erweitert das Verständnis der zugrundeliegenden Geologie.
Durch die Anwendung von Oberflächenerkundungstechniken bewerten die Studierenden, wie sich Oberflächen im Laufe der Zeit verändern, und sind in der Lage, hochauflösende Geländemodelle erstellen. Die Analyse von Umgebungsbedingungen ermöglicht es den Studierenden, die Auswirkungen von Umweltfaktoren auf geomorphologische Prozesse zu verstehen.
Das Modul befähigt die Studierenden zur Entwicklung praktischer Lösungen, z.B. für Führwarnsysteme für Naturgefahren. Sie beurteilen ingenieurgeomorphologische Strukturen und Schutzmaßnahmen, um Risiken zu vermindern.
Insgesamt ermöglicht dieses Modul den Studierenden, die komplexe Interaktion zwischen der Erdoberfläche, geologischen Prozessen und menschlichem Handeln umfassend zu analysieren.

GIS:
• Die Studierenden…
• kennen die grundlegenden Eigenschaften und Möglichkeiten von Geoinformationssystemen
• verstehen digital Geländemodellen sowie geographischen und projizierten Koordinatensystemen und deren Anwendung bei der Erstellung der weiteren Karten
• können externe Open-Source und private Geodaten nutzen, verstehen und für das eigene Projekt anwenden
• verstehen, wie im Gelände kartierte 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
• verstehen, wie Rasterdaten aufgebaut sind, Raster basierte Analysen funktionieren und wenden eine Standortanalyse auf ihr eigenes Kartiergebiet an
• sind abschließend in der Lage, selbständig räumliche Abfragen und Analysen mit Geodaten anzuwenden
• entwickeln komplexe Kartierprojekte und druckreife Karten mit ESRI ArcGIS® oder vergleichbaren Geoinformationssystemen wie z. B. QGIS

Teaching and Learning Methods:
Engineering Geomorphology Techniques:
Das Modul besteht aus dem Seminar „Engineering Geomorphology Techniques” (2 SWS) mit einer zweitägigen Geländeübung „Engineering geomorphologial techniques in the field“ (1,42 SWS) und dem Seminar „GIS für Geologinnen und Geologen (Seminar, 3 SWS). Mithilfe von aktueller Forschungsliteratur und best-practice-Beispielen werden die Teilnehmenden in das grundlegende Wissen, Fallbeispiele sowie ingenieurgeomorphologische Techniken eingeführt.

Die Studierenden wenden eigenständig Feld- und Labormethoden an, halten eigene Vorträge und arbeiten Lösungsideen aus.
Die Lehrinhalte des GIS Kurses werden zunächst theoretisch unter Zuhilfenahme von Präsentationen behandelt und dann direkt am Computer praktisch umgesetzt. Da der GIS Kurs in einem EDV Raum stattfindet, haben die Studierenden die Möglichkeit, die Übungsbeispiele parallel zum Dozent/zur Dozentin durchzuführen. Anschließend werden die Lerninhalte Abschnittweise nochmals in selbstständigen Übungen vertieft. Die Teilnehmenden 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 Pro. In jeder Gruppe gibt es jeweils eine/n Verantwortliche/n für die Themenbereiche Geologie, Geomorphologie, Hangprozesse sowie gegebenenfalls eine Zusammenfassung aller Teilkomponenten (Synthese). Beiträge werden namentlich gekennzeichnet, um einen individuelle Bewertung zu gewährleisten.

Media:
PPT-Präsentation, Tafel, Videos, Handouts mit den wichtigsten Diagrammen und Tabellen, Übungen als PDF-Dateien

Reading List:
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.
Bryant, E. (2005). Natural hazards. Cambridge University Press, New York.
BUWAL 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren für raumwirksame Tätigkeiten
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.
GI Geoinformatik GmbH (2021): ArcGIS Pro - das deutschsprachige Handbuch.- 668 S., Wichmann Verlag, ISBN: 978-3-87907-709-0.
Glade, Albini and Francés (ed.), 2001. The use of historical data in natural hazard assessment.
Huber, Bugmann and Reasoner (eds.), 2005. Global Change and Mountain Regions. Springer, Dordrecht. (Da 271)
Kluwer, Dordrecht. Birkmann (ed.), 2006. Measuring vulnerability to natural hazards. United Nations University Press.
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.
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.

Smith, K and Petley, D. (2009). Environmental hazards – assessing risk and reducing disaster. Routledge, London.
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).
Wendeler, C. (2016). Debris-flow protection systems for mountain torrents. Basic principles for planning and calculation of flexible barriers. WSL Berichte: Vol. 44. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL.
Wyllie, D.C. and C.W. Mah (2004): Rock Slope Engineering: Civil Mining. Spon Press. London 2004.
Zamann, M., Gioda, G., and Booker, J. (2000): Modelling in Geomechanics, Wiley, Chichester.
Zangerl, C., Prager, C., Brandner, R., Brückl, E., Felli, W., Tentschert, E.-H., & Schönlaub, H. P. (2008). Methodischer Leitfaden zur Prozessorientierten Bearbeitung von Massenbewegungen. Geo.Alp, 5, 1–51.

Responsible for Module:
Krautblatter, Michael; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130078: Understanding and Modeling Alpine Hazards | Alpine Naturgefahren verstehen und modellieren

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 105	**Contact Hours:** 75

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Eine Bewertung erfolgt durch eine 120-minütige, schriftliche Klausur. Sie eignet sich hier am besten, da synoptische Zusammenhänge aus mehreren Gebieten analysiert, bewertet und eigene Lösungsideen entwickelt werden sollen.
Teil 1 (60 min, Alpine Naturgefahren): die Studierenden zeigen ihr erlangtes, technisches Wissen durch Beantwortung von strukturierten Fragen in kurzer Zeit sowie ohne Hilfe von Lernmaterialien.
Teil 2 (60 min, Numerische Methoden der Geowissenschaften II): die Studierenden weisen nach, 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 widergeben 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.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Grundkenntnisse in der Klassifikation und Erkennung von Hangbewegungen.
Es wird ein Interesse an der lösungsorientierten Analyse von Naturgefahren im Alpenraum und der dadurch versursachten Gefährdung von wirtschaftlichen Gütern und sozialen Werte erwartet.
Die Teilnahme an den Veranstaltungen „Landslides in Theory and Practice“ ED130075 und „Numerische Methoden I“ ED130076 wird empfohlen.

Content:
Alpine Naturgefahren:
1. Gefahr, Risiko und Katastrophen / On- und off site-Effekte durch Naturgefahren

2. Die ökonomische und soziale Komponente von alpine Naturgefahren / Die Dimension von alpine Gefahren am Beispiel Chinas
3. Prozessverständnis glazialer Gefahren / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor glazialen Gefahren
4. Prozessverständnis nivaler Gefahren / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor nivalen Gefahren
5. Prozessverständnis periglazialer Gefahren / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor periglazialen Gefahren
6. Prozessverständnis von Hangbewegungen / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor Hangbewegungen
7. Prozessverständnis von Murgängen / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor Murgängen
8. Prozessverständnis von Flutereignissen / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor Flutereignissen
9. Prozessverständnis von Waldbränden / Modellierung, Vermeidung und Schutz vor Waldbränden
10. Globaler Wandel in Gebirgsregionen
11. Nachhaltige Gefahren- und Risikostrategien für alpine Regionen
12. „Living with Alpine Hazards“

Numerische Methoden II:
• 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

Intended Learning Outcomes:
Alpine Naturgefahren:
Die Studierenden sind am Ende nach Abschluss des Moduls in der Lage…
• … die ökonomische und soziale Dimension alpiner Gefahren zu verstehen
• … die Prozesse nivaler, Schwerkraftbedingter, glazialer und periglazialer alpiner Naturgefahren in sich dynamisch verändernden Hochgebirgsregionen zu verstehen
• … die mechanischen und physikalischen Aspekte der Prozesse sowie stochastische Beschreibungen von Magnitude-Frequenz-Beziehungen zu verstehen
• … maßstäbliche Ansätze zur Modellierung und Antizipation ausgewählter gravitationsbedingter, nivaler, glazialer und periglazialer alpiner Naturgefahren zu verstehen
• … diese Ansätze unter Berücksichtigung des aktuell beobachteten und vorhergesagten Umweltwandels in alpinen Regionen zu bewerten
• nachhaltige Strategien zur Anpassung und Vermeidung in dynamischen, alpinen Regionen zu entwickeln
• … best-practice-Beispiele aus verschiedenen Gebirgsregionen zu analysieren und bewerten

• … realistische Szenarien drohender alpine Naturgefahren zu entwickeln und das Gefahrenpotential für ausgewählte Einzugsgebiete oder Regionen im Gebirge zu bewerten
• … verschiedene Typen ökonomischer und sozialer Risiken zu analysieren, die durch Multi-Risiko-Szenarien hervorgerufen werden zu bewerten
• … 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
• … wissenschaftliche und angewandte Strategien für Analyse, Prozessverständnis, Antizipation und Vermeidung von alpinen Gefahren zu verstehen

Numerische Methoden II:
Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls 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

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung „Alpine Naturgefahren“ (2 SWS) und einer Übung „Numerische Methoden der Geowissenschaften II“ (3 SWS).
Alpine Naturgefahren:
Um die angestrebten Lernergebnisse bestmöglich zu erreichen, wird auf eine Mischung aus verschiedenen Medien wie Vorlesung mit PPT-Präsentation und Videos zurückgegriffen. Mithilfe von aktueller Forschungsliteratur und best-practice-Beispielen werden die Teilnehmemden 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 Studierenden 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.

Numerische Methoden II:
Einen Großteil des Kurses arbeiten die Studierenden selbst mit der Software Ramms Rockfall und Debris Flow am PC. Für eine erfolgreiche Nachbearbeitung des Stoffs werden die wichtigsten Arbeitsmaterialien online bereitgestellt.

Media:
PowerPoint-Präsentation, Tafel, Videos, Moodle e-learning Plattform, Übungsskript, eigenständige Arbeit der Studierenden im Numerischen Labor an PCs

Reading List:
Anderson, M.G. and K.S. Richards (1987). Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology, Wiley.
Barton, N., and Choubey, V. (1977): The shear strength of rock joints in theory and practise, Rock Mech., 10, 1-54.
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.
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.
Brunsden, D. and D. Prior (1984): Slope Instability. Wiley, Chichester.
Bryant, E. (2005). Natural hazards. Cambridge University Press, New York.
BUWAL, 1999 [Hrsg.]. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Fallbeispiele und Daten, 129 S.
Caine, N. (1980): The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows. Geogr. Ann. 62 A (1-2): 23-27.
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.
Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. and M. Ibsen (1996): Landslide recognition: Identification, movement, and causes, Wiley, Chichester.
Dorren, L. K. A. (2003): A review of rockfall mechanics and modelling approaches, Progress in Physical Geography, 26, 69-87.
Eberhardt, E. (2006): From Cause to Effect: Using Numerical modelling to Understand Rock Slope Instability Mechanisms in: Landslides from Massive Rock Slope Failure, edited by: Evans,

S., Mugnozza, G. S., Strom, A., and Hermanns, R. L., NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences, Sprinder, Amsterdam.
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.
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).
Glade, Albini and Francés (ed.), 2001. The use of historical data in natural hazard assessment.

Responsible for Module:
Krautblatter, Michael; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Prozessanalyse, Modellierung und Vorbeugung/Schutzmaßnahmen für Alpine Naturgefahren (Vorlesung, 2 SWS)
Krautblatter M, Leinauer J

Numerische Methoden 2 (Codes) (Übung, 3 SWS)
Leinauer J [L], Jacobs B, Krautblatter M, Leinauer J
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130063: Technical Hydrogeology | Technische Hydrogeologie

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 5	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Modulprüfung besteht aus einer Projektarbeit (ca. 45-50 Seiten) mit einer abschließenden Präsentation (ca. 30 Minuten). In der Projektarbeit analysieren die Studierenden ein vorgegebenes hydrogeologisches Problem in Form eines Planspiels. Die Projektarbeit wird in Gruppenarbeit durchgeführt und ist wie folgt aufgebaut. Das Planspiel umfasst alle Phasen einer hydrogeologischen Standortentwicklung (z.B. hydrogeologische Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung eines Industriegebietes). Zu Beginn erstellen die Studierenden ein erstes Angebot in einem simulierten Ausschreibungsverfahren (5-8 Seiten, nicht benotet). Mit diesem Angebot zeigen sie, dass sie in der Lage sind, gängige technische Problemstellungen aus den Bereichen Grundwassererschließung, Deponietechnik, Altlastenuntersuchung und -sanierung zu analysieren und zu bewerten. Im nächsten Schritt entwickeln die Studierenden ein nachhaltiges hydrogeologisches Konzept für den Industriepark (ca. 15 Seiten, 35% der Note) und stellen einen detaillierten Plan für die Standortentwicklung vor (ca. 25 Seiten, 50% der Note). Die Studierenden stellen damit sowohl ihre theoretischen Kenntnisse der technischen Hydrogeologie als auch ihre Fähigkeit zur anschaulichen Darstellung und Visualisierung hydrogeologischer Fachfragen unter Beweis. Die Ergebnisse der Projektarbeit werden den Modulteilnehmern am Ende des Moduls präsentiert. (15 % der Note) Hier wird die Fähigkeit der Studierenden geprüft, Lösungen für reale hydrogeologische Probleme zu erarbeiten und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten mündlich, präzise und strukturiert zu präsentieren.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Grundkenntnisse der Geologie und Hydrogeologie, sowie der Mathematik, Physik und Chemie.
+ Hydrogeologie I (BGU66020 aus dem Bachelorstudiengang Geowissenschaften oder vergleichbare Inhalte für Externe

+ ED130060 Wasser im globelen Wandel

Content:
+ Bau, Betrieb und Regenerierung von Grundwasserfassungen
+ Interpretation von Kamerabefahrungen
+ Trinkwasserschutzgebiete (Grundlagen, Geländearbeiten, Bemessungsverfahren, Antragsunterlagen, Schutzgebietsfestsetzung, Zusammenarbeit zwischen Ingenieurbüros und Behörden etc.)
+ Bau, Betrieb und Sanierung von Deponien
+ Auswirkungen technischer Grundwassernutzungen (Oberflächennahe Geothermie, Bewässerung und Wasserhaltung, Speichersysteme)
+ Wechselwirkungen Grundwasser/Oberflächenwasser
+ Rechtlicher Rahmen für die Altlastenbehandlung
+ Definition der Wirkungspfade Boden, Grundwasser, Pflanze, Mensch
+ Zertifizierungsmöglichkeiten in der Praxis
+ Erkundung von Grundwasserkontaminationen (Historische Erkundung, Vor- und Detailuntersuchung)
+ Beispiele aus der Praxis der Altlastenerkundung und Sanierung
+ Vulnerabilität des Grundwassers
+ Gefahrenabwehrmaßnahmen
+ Sanierungsverfahren für Grundwasserkontaminationen (Einkapselung, in situ Sanierung, Natural Attenuation)
+ Sanierungsverfahren für Bodenkontaminationen
+ Sanierung von multiplen Kontaminationen: Die ökologischen Großprojekte
+ Erstellung hydrogeologischer Gutachten (Fragestellung, Konzeptentwicklung, Datenerhebung, hydrogeologisches Modell, Gutachtenerstellung)

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme am Modul 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 Standorte und Grundwasserleiter zu erkennen,
+ die Untersuchung von kontaminierten Standorten zu planen,
+ die Untersuchung von kontaminierten Standorten zu bewerten,
+ die Untersuchung von kontaminierten Standorten technisch und wissenschaftlich zu überwachen,
+ Vorschläge für die Sanierung kontaminierter Standorte zu planen,
+ Sanierungsvarianten zu bewerten,
+ elementare Arbeitsabläufe in hydrogeologisch tätigen Ingenieurbüros zu verstehen,
+ Zertifizierungsmaßnahmen in der beruflichen Praxis zu bewerten,

+ die vorgestellten Themen in der späteren beruflichen Praxis selbstständig anzuwenden,
+ fächerübergreifende Themen und Probleme zu analysieren und geeignete Lösungsansätze z. T. in Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen zu erarbeiten und theoretische Grundlagen mit praxisrelevantem Spezialwissen zu kombinieren.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Vorlesung mit integrierten Übungen. Das zu Grunde liegende Konzept des Moduls ist das problembasierte Lernen. Der Kern des Moduls besteht aus Lehrgesprächen mit Präsentationen, die durch integrierte Übungen umgesetzt und vertieft werden. An praxisrelevanten Beispielen erarbeiten die Studierenden in beiden sich ergänzenden Veranstaltungen Lösungsansätze für typische hydrogeologische Fragestellungen. Es werden im Kurs sowohl klassische analoge Verfahren (Karten, Aufzeichnungen von Logs, Analysenberichte) als auch moderne digitale Verfahren am PC eingesetzt. Durch kurze Exkursionen und Baustellenbesuche wird die praktische Relevanz und Umsetzung vermittelt.

Media:
Vortrag, Gruppenarbeit an Fallstudien, Präsentation von Literaturstudien, Videos von Fallbeispielen, Exkursion, Rechen- und Computerübungen, Lehrgespräch, Diskussion, Jour fixe ähnliche Projektreviews.

Reading List:
FETTER (2018): Applied Hydrogeology.- (Waveland Press).
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).
APPELO, POSTMA (2006): Geochemistry, groundwater and pollution.- Leiden (Balkema).
HOLZBECHER, E. (1996): Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrologie - Grundwasser und ungesättigte Zone.- 364 S.; Springer, Berlin.
SCHWARZENBACH, R. P, GSCHWEND, P. M. & IMBODEN, D. M. (2002): Environmental Organic Chemistry. 2.Aufl., Wiley, New York.

Responsible for Module:
Einsiedl, Florian; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130064: Geoscience Data Analysis and Groundwater Modelling | Geowissenschaftliche Datenanalyse und Grundwassermodellierung

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Eine Bewertung erfolgt durch eine 120-minütige schriftliche Klausur.
Die Klausur umfasst die Bearbeitung einer praxisrelevanten hydrogeologischen Aufgabenstellung mit Hilfe eines vorgegebenen bzw. im Rahmen des Kurses Grundwassermodellierung erstellten Grundwassermodells sowie die Bearbeitung einer statistischen und geostatistischen Fragestellung mittels geeigneter Software.
Es wird geprüft, inwieweit die Studierenden praxisrelevante Fragestellungen mit Hilfe eines Grundwassermodells umsetzen, das Modell anwenden und die Ergebnisse analysieren und interpretieren können, als auch inwieweit die Studierenden Grundlagen der Statistik sowie deren Methoden verstehen und anhand problemorientierter Fragestellungen auf Geodaten anwenden und selbständig analysieren können. Die Bewertung beider Teile erfolgt mit einer Wichtung von 50/50.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Empfohlen sind Grundkenntnisse der Hydrogeologie, Teilnehmende sollten an der Arbeit mit mathematischen Modellen und der Geostatistik interessiert sein. Empfohlene Module im Vorfeld sind das Modul Hydrogeologie I (BGU66020) aus dem Bachelor Geowissenschaften und ED130060 Wasser im Globalen Wandel.

Content:
Statistische Methoden in den Geowissenschaften
Im Kurs Geostatistik und Unsicherheiten lernen die Studierenden Datenstrukturen, statistische Methoden um Daten zu vergleichen, zu analysieren, Unsicherheiten zu erkennen und zu quantifizieren. Der Inhalt gliedert sich in:

• Grundlagen der Statistik (Datentypen, Datenstrukturen)
• Univariate Statistik (statistische Verteilungen und Momente)
• Wahrscheinlichkeitstheorie
• Risikowahrscheinlichkeiten - Extremwertstatistik
• Korrelationsanalysen
• Linear und multiple Regressionsanalysen
• Zeitreihenanalysen
• Räumliche Verteilung von Daten
• Interpolationsmethoen
• Grundlagen der Geostatistik
• Strukturanalyse von Daten (Variographie)
• Kriging-Verfahren (Simple Kriging, Orinary Kriging, Universal Kriging)

Im Kurs Grundwassermodellierung lernen die Studierenden die benötigte Software anzuwenden, praxisrelevante hydrogeologische Fragestellungen in ein numerisches Grundwassermodell umzusetzen sowie die Simulationsergebnisse zu analysieren und interpretieren, Modellfehler- und -unsicherheiten zu erkennen und zu quantifizieren. Der Inhalt gliedert sich in

• Wiederholen der allgemeinen Strömungsgleichung
• Anwendungsfälle für die Grundwassermodelle
• Numerische Methoden in der Grundwassermodellierung
• Modellaufbau, Diskretisierung und Randbedingungen
• Parametrisierung des Grundwassermodells
• Durchführung von Rechenläufen und Parameterstudien
• Kalibrierung und Validierung des Grundwassermodells
• Analyse, Interpretation und Post-Processing der Ergebnisse
• Sensitivitätsanalysen

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage:
Statistische Methoden in den Geowissenschaften:
Geowissenschaftliche Daten anhand von statistischen Methoden fachlich fundiert räumlich zu analysieren.
• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie zu verstehen
• Einfache Extremwertstatistiken anzuwenden (z.B. Auftrittswahrscheinlichkeiten)
• Korrelationsanalysen und Regressionsanalysen anzuwenden
• Einfache Zeitreihenanalysen zu verstehen und anzuwenden
• Interpolationsverfahren zu verstehen
• Geostatistische Verfahren auf räumlich verteilte Daten anzuwenden
Grundwassermodellierung:
• Ein numerisches Grundwassermodel selbständig aufzubauen und dabei hydrogeologische Eigenschaften des Untergrundes zu berücksichtigen
• Einfache Strömungs- und Transportmodellierungen (Brunnenanströmung, Dichtwände, Temperaturfahnen) durchzuführen und Modellunsicherheiten abzuschätzen.

• Modellergebnisse zu vergleichen und Simulationen zu analysieren und zu interpretieren.
• Komplexe hydrogeologische Fragestellungen zu verstehen und mathematisch zu beschreiben.
• Hydraulische Tests wie Pumpversuche in Locker- und Festgesteinen auszuwerten und statistische Methoden bei den Kf-Wertverteilungen auszuwerten, Die Ergebnisse zu interpretieren und die hydrogeologischen Zusammenhänge zu verstehen.
• Hydraulische Fragestellungen in Grundwasserleitern in mathematische Gleichungen zu fassen und sie in Modelle zu integrieren.

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einer Vorlesung „statistische Methoden in den Geowissenschaften“ und einer Vorlesung mit integrierter Übung „Grundwassermodellierung 2“. Bei den Übungen zur numerischen Modellierung erschließen sich die Studierenden anhand vereinfachter Grundwassermodelle die zugrundeliegenden mathematischen Formeln. Die Studierenden nutzen dazu eine in der Berufspraxis weit verbreitete Software (FEFLOW). Anschließend wenden die Studenten eine der Praxis angelehnten Arbeitsablauf an einem zu erstellenden Modell für stationäre und instationäre Zustände an: Hierbei trainieren die Studierenden die Modellanpassung hydrogeologischer und numerischer Parameter (Modellstabilität und Kalibrierung), die Modellierung praxisrelevanter Anforderungen (u.a. Brunnenanströmung, Pumpversuche, Dichtwände, Schadstofftransport, Ausbreitung von Temperaturfahnen, Wechselwirkung von Grundwasser und Oberflächenwasser), die Analyse und Interpretation von Modellergebnissen sowie die Prüfung auf Plausibilität im hydrogeologischen Kontext. Anhand von Vergleichssimulationen werden Unsicherheitsanalysen und statistische Auswertungen durchgeführt. Die einzelnen Arbeitsschritte werden im Kurs gemeinsam besprochen und gewonnene Erkenntnisse diskutiert (Projektion von Eingabemasken der Software, Projektion von Simulationsrechnungen, gemeinsame Diskussion von Ergebnisdiagrammen).

Die Übungen im Teil der Statistik und Geostatistik beinhalten alle notwendigen Arbeitsschritte, die für die Analyse von Daten notwendig sind: Datenprozessierung und Datenanalyse mit der Open-Source-Software R und anderen Programmen. Es werden Aufgabenstellungen zu jedem Thema gestellt, welche die Studierenden in selbstständiger Arbeitsweise analysieren sollen. Die Ergebnisse der Studierenden werden in der Gruppe diskutiert und der Lösungsweg aufgezeigt.

Media:
Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrift, Rechen- und Computerübungen, Lehrgespräch, Diskussion.

Reading List:
LANGGUTH & VOIGT (2004); Hydrogeologische Methoden.- 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).
KINZELBACH, W. & RAUSCH, R. (1995); Grundwassermodellierung. Eine Einführung mit Übungen. 283 S.: Stuttgart (E. Schweizerbart).

HOLZBECHER, E. (1996); Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrogeologie Grundwasser und ungesättigte Zone. 364 S.; Berlin (Springer).
RAUSCH, R.; SCHÄFER W. & WAGNER, CH. (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser.- 183 S.: Stuttgart (E. Schweizerbart).
BACKHAUS, K., ERICHSON, BS., PLINKE, W. & WEIBER, R. (2003): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. 10. Aufl., - 818 S., Springer, Berlin.
CRESSIE, N. A. C. (1993): Statistics for Spatial Data, - , John Wiley & Sons, Chichester.
DALGAARD, P. (2002): Introductory Statistics with R. - 267 S., Springer, Berlin.
ISAAKS, E. H. & SRIVASTAVA, R. M. (1989): An Introduction to Applied Geostatistics. – 561 S., Oxford University Press, Oxford.
SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik. 10 Aufl., - 898 S., Springer, Berlin.
SCHLITTGEN, R. (2012): Angewandte Zeitreihenanalyse mit R. 2. Aufl. - 291 S., Oldenburg, München.
SCHÖNWIESE, C., D. (2000): Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler. 3. Aufl. - 298 S., Gebrüder Borntraeger, Berlin.
SWAN, A. R. H. und SANDILANDS, M. (1995): Introduction to Geological Data Analysis.- 446 S.; Oxford (Blackwell Science).

Responsible for Module:
Einsiedl, Florian; Prof. Dr. rer. nat.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Statistische Methoden in den Geowissenschaften (Vorlesung mit integrierten Übungen, 2 SWS) Zoßeder K
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130057: Reservoir Geomechanics | Reservoirgeomechanik

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** summer semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 120	**Contact Hours:** 60

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Modulprüfung ist schriftlich (Klausur) und dauert 90 Minuten. Die Studierenden berechnen in der Prüfung Druck- und Spannungszustände in Gesteinsformationen sowie entlang von Tiefbohrungen und leiten grafisch und schriftlich Handlungsempfehlungen für Bohr-, Stimulations- und Explorationsmaßnahmen anhand von gegebenen Praxisbeispielen ab. Sie beantworten weiterhin Verständnisfragen zu den im Seminar behandelten geologisch-geomechanischen Prozessen, und erklären diese stichpunktartig und in Skizzen.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Grundkenntnisse zu den verschiedenen Geoenergiearten und in Strukturgeologie, geologischen Arbeitsmethoden sowie MS-Excel

Content:
Die folgenden Themen werden in den Modulveranstaltungen behandelt:
- Geologische Grundprinzipien von Porendruck und Spannungstensor
- Mechanische Gesteinseigenschaften und Versagenskriterien
- Messmethoden von Porendruck und Spannungstensor
- Vorhersage von Porendruck und Spannungstensor
- Grundprinzipien der geologisch-geomechanische Tiefbohrplanung
- Bohrlochstabilität und -integrität
- Geomechanische Aspekte der Gasspeicherung und Geothermie

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:
Druck- und Spannungszustände in der oberen Erdkruste zu ermitteln

die wichtigsten mechanischen Gesteinseigenschaften und Versagenskriterien zu kennen und anzuwenden
die Grundprinzipien der geologisch-geomechanischen Bohrplanung zu verstehen
Handlungsempfehlungen für Bohr-, Stimulations- und Explorationsmaßnahmen zu entwickeln

Teaching and Learning Methods:
Das Modul besteht aus einem Seminar (SE, 2SWS) Reservoirgeomechanik und einem Seminar (SE, 2SWS Spannungsfeldanalyse). Die Lehrveranstaltung beinhaltet insbesondere die interaktive Mitgestaltung der Teilnehmer*innen (inverse Classroom), indem die adressierten Inhalte durch praktische Übungen in Kleingruppen und das Anwenden wissenschaftlicher Erkenntnisse aus relevanten Publikationen und Lehrbüchern, die im Eigenstudium gelesen werden sollen, aus relevanten Infoblöcken sowie Übungen zu Fallbeispielen, in Form von Kurzpräsentationen und Diskussionsbeiträgen vertieft und eingeübt werden.

Media:
Moodle e-learning Plattform, Diskussion, Excel-Spreadsheets, Filme, Übungsblätter, PowerPoint, Tafelarbeit, Kurzskriptum

Reading List:
Zoback, M.D. (2010): Reservoir Geomechanics.- Cambridge (Cambridge University Press)
Fjaer, E. et al. (2008): Petroleum Related Rock Mechanics (Elsevier)

Responsible for Module:
Drews, Michael; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Module Description

ED130059: Reservoir Characterization and Modeling | Reservoircharakterisierung und Modellierung

Version of module description: Gültig ab summerterm 2024

Module Level: Master	**Language:** German	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter semester
Credits:* 6	**Total Hours:** 180	**Self-study Hours:** 75	**Contact Hours:** 105

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
Die Modulprüfung ist eine 90-minütige Klausur. In der Reservoirgeophysik wenden die Studierenden dabei die in den Übungen erlernten Techniken in der Klausur an Fallbeispielen zur Interpretation geophysikalischer Bohrlochmessungen sowie von 2D-Schnitten reflektionsseismischer Datensätze an. Außerdem beantworten die Studierenden Fragen zu den theoretischen Hintergründen der Reservoirgeophysik und berechnen Reservoireigenschaften. In der Reservoirmodellierung besteht die Leistung darin, dass die Studierenden in einer Aufgabe nachweisen, dass sie unter richtiger Anwendung der erlernten Software und der fachlich richtigen Interpretation der geologischen Rahmenparameter ein 3D-Reservoirmodell aufbauen und interpretieren können.

Repeat Examination:
Next semester

(Recommended) Prerequisites:
Grundkenntnisse geophysikalischer Messverfahren sowie in Strukturgeologie, geologischen Arbeitsmethoden und der Geostatistik

Content:
Die folgenden Themen werden in den Modulveranstaltungen behandelt:
Reservoirgeophysik:
• Grundprinzipien geophysikalischer Messmethoden für den tieferen Untergrund (>400 m)
• Auswertungsmethoden von geophysikalischen Bohrlochmessungen
• Interpretationsmethoden 2D- und 3D seismischer Datensätze
• Integrations von Bohrungs- Seismikdaten (Well Tie)
• Geophysikalische Reservoircharakterisierung
Reservoirmodellierung:

• Grundlagen der Reservoirmodellierung
• Aufbau und Interpretation eines Reservoirmodells
• Aufbau und Interpretation eines numerischen Wärmestrommodells für offene und geschlossen Systeme

Intended Learning Outcomes:
Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:
• Geophysikalische Bohrlochmessungen zu analysieren und lithologische sowie petrophysikalische Basisprofile zu entwickeln
• Die Konzepte der seismischen Interpretation zu kennen und anzuwenden
• Geophysikalische Bohrlochmessungen mit seismischer Interpretation zu integrieren
• Ein Georeservoir mittels geophysikalischer Daten zu kartieren und charakterisieren
• die Vorgehensweise, Methoden und Werkzeuge für eine statische und dynamische Reservoirmodellierung zu verstehen und einfachere Modelle anzuwenden.

Teaching and Learning Methods:
Die Lehrveranstaltung besteht aus einem Seminar „Reservoirgophysik“ (3 SWS) und einer Übung „Reservoirmodellierung“ (2 SWS) und beinhaltet praktische Übungen mittels Spezialsoftware zur Auswertung von Bohrlochgeophysik und Seismikdaten. Die Daten und die Vorgehensweise werden hierbei kurz thematisch vom Lehrenden erläutert und dann in praktischen Übungen umgesetzt. Die Ergebnisse der Übungen werden dann interaktiv diskutiert und in einem Bericht zusammengefasst. In der Reservoirmodellierung werden praktische Übungsbeispiele mit der relevanten Software am PC im
Computerlabor durchgeführt. Diese werden vom Dozenten vorgestellt und von den Studierenden mit der Unterstützung des Dozenten nachvollzogen. Die Vorlesung und Übung wird nach Bedarf und Möglichkeit durch Gastdozierenden aus der Praxis unterstützt.

Media:
Moodle e learning Plattform, wiki-Plattform, Power-Point Präsentationen, Übungsaufbaben am PC, Lehrgespräche, Diskussion, Gruppenarbeit

Reading List:
Asquith, George et al. (2004): Basic Well Log Analysis, AAPG, https://doi.org/10.1306/Mth16823
Ashcroft, William (2011): A Petroleum Geologist's Guide to Seismic Reflection, Wiley.
Bundschuh, Jochen, and M C Suarez Arriaga (2010): Introduction to the Numerical Modeling of Groundwater and Geothermal Systems: Fundamentals of Mass, Energy and Solute Transport in Poroelastic Rocks, Taylor&Francis: https://doi.org/10.1201/b10499 .

Responsible for Module:
Drews, Michael; Prof. Dr.

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:
Reservoirgeophysik (Seminar, 3 SWS)
Drews M, Khalifa N

Reservoirmodellierung (Übung, 2 SWS)
Zoßeder K
For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Master's Thesis | Master's Thesis

Module Description

BGUMTIH19: Master's Thesis | Master's Thesis

Version of module description: Gültig ab winterterm 2019/20

Module Level: Master	**Language:** German/English	**Duration:** one semester	**Frequency:** winter/summer semester
Credits:* 30	**Total Hours:** 900	**Self-study Hours:** 900	**Contact Hours:**

Number of credits may vary according to degree program. Please see Transcript of Records.

Description of Examination Method:
In der schriftlichen Masterarbeit wird überprüft, inwieweit die Studierenden zu einer selbstständigen, schriftlichen Bearbeitung eines wissenschaftlichen Themas aus dem Bereich der Ingenieur- und/oder Hydrogeologie in der Lage sind, d.h. von der Entwicklung einer wissenschaftlichen Fragestellung bis zur problemlösungsorientierten Anwendung der erlernten Fach- und Methodenkompetenzen der Ingenieur- und/oder Hydrogeologie. Zudem wird überprüft, inwieweit die Studierenden die wissenschaftliche Arbeit redaktionell und formal korrekt bearbeiten sowie die benutzten Quellen korrekt zitieren können. Die Präsentation findet zu Beginn der Schlussphase der Masterthesis statt, auch um über die anschließende Diskussion mit Dozenten und Kommilitonen noch Anregungen für die finale Ausarbeitung erhalten zu können. Mit dem mündlichen Vortrag (15 min plus 5 min Diskussion) sollen die Studierenden zeigen, dass sie die Konzeption, die Durchführung von Untersuchungen und die wissenschaftlichen Ergebnisse der schriftlichen Masterarbeit verständlich, präzise und anschaulich darstellen, sowie dabei gleichzeitig mit rhetorischer Sicherheit überzeugend und professionell auftreten können. In der interaktiven Diskussion sollen die Studierenden ihre Ergebnisse gegenüber kritischen Fragen vor einem größeren Publikum überzeugend verteidigen können.

Repeat Examination:

(Recommended) Prerequisites:
Zulassungsbescheid des Prüfungsausschusses, der einen ausreichenden Studienfortschritt gem. FPSO bescheinigt

Content:
Angeleitete, weitgehend selbstständige Bearbeitung eines vorgegebenen wissenschaftlichen Themas aus dem Bereich der Ingenieur- und Hydrogeologie.
Die im Modul anzufertigende Masterarbeit umfasst je nach Themenstellung Literatur-, Karten- und Archivrecherchen, die Anwendung fachbezogener naturwissenschaftlicher Labor- und Geländemethoden, die Entwicklung von Untersuchungskonzepten, die Konzeption und Durchführung numerischer Modellierungen sowie die Analyse und Bewertung von Methodik und Ergebnissen der eigenen Untersuchung und die Diskussion dieser im Vergleich zur vorhandenen Literatur.

Intended Learning Outcomes:
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:
- eine gewählte wissenschaftlich-anspruchsvolle Problemstellung und die Einbindung im wissenschaftlichen Umfeld tiefgehend zu verstehen und deren Untersuchung selbständig, nach konkreten wissenschaftlichen Methoden durchzuführen.
- geologische Basisdaten im Gelände zu erfassen, zu analysieren und zu bewerten
- Untersuchungskonzepte für geowissenschaftliche Fragestellungen zu entwickeln und anzuwenden
- Planung und Durchführung von Laboruntersuchungen für die gewählte Fragestellung
- Methoden der numerischen Behandlung, insbesondere der Modellierung, für ein geowissenschaftliches Problem zu planen und die Berechnungen durchzuführen
- Untersuchungsergebnisse in einem weiteren wissenschaftlichen Umfeld kritisch-vergleichend zu bewerten und geologische Prozesse in einem größeren globalen Rahmen in ihrer Wirkung abzuschätzen
- die an einem konkreten Problem gewonnene Expertise auf weitere Fragestellungen zu transferieren
- die Bedeutung und die Zusammenhänge des Themas zu präsentieren und die wissenschaftlichen Fragen hinsichtlich Inhalt und Methodik zu diskutieren. Die Studierenden verfügen über klassische Soft-Skills sowohl über Kompetenzen des Selbstbewusstseins, der Vortragstechnik, didaktische Fähigkeiten sowie rhetorische Kompetenzen.
- wissenschaftliche Ergebnisse und Verfahrenskonzepte in einer formal korrekten, gut strukturierten schriftlichen Arbeit darzustellen
- Quellen für die Erstellung der Masterthesis korrekt anzugeben.

Teaching and Learning Methods:
Selbststudium, experimentelle Arbeit, regelmäßige Diskussionen mit dem Betreuer

Media:

Reading List:

Responsible for Module:
Studiendekan Prof. Krautblatter

Courses (Type of course, Weekly hours per semester), Instructor:

For further information in this module, please click campus.tum.de or here.

Alphabetical Index

| Grundlagenmodule 5
| Studienleistung 19
| Vertiefung Ingenieurgeologie 47
| Vertiefung Ingenieurgeomorphologie 54
| Vertiefung Hydrogeologie 64
| Vertiefung GeoThermie und GeoEnergie 71

E

Elective Modules | Wahlmodule 47
[ED130069] Engineering Geological Principles of Tunnelling | Ingenieurgeologische Grundlagen des Tunnelbaus 51 - 53
[ED130068] Engineering Geology in practice | Ingenieurgeologie in der Praxis 47 - 50
[ED130072] Engineering Geomorphology and Earth Surface Dynamics | Ingenieurgeomorphologie und Erdoberflächendynamik 15 - 18
[ED130073] Engineering Geomorphology Techniques and GIS | Ingenieurgeomorphologie: Arbeitstechniken und GIS 54 - 58

F

[ED130080] Field- and Laboratory Work | Gelände und Labor 19 - 21

G

[ED130064] Geoscience Data Analysis and Groundwater Modelling | Geowissenschaftliche Datenanalyse und Grundwassermodellierung 67 - 70
[ED130058] Geothermal Energy | Geothermie und Geoenergie 5 - 7
[ED130062] Groundwater Quality | Grundwasserqualität 44 - 46
[ED130061] Ground Water Assessment, Protection and Geothermal Use | Grundwasserbewertung, Grundwasserschutz und seine geothermische Nutzung 28 - 29

L

[ED130075] Landslides in Theory and Practice: Characterization and Control | Hangbewegungen in Theorie und Praxis: Systematik und Prozessanalyse 30 - 34

M

Master's Thesis | Master's Thesis 76
[BGUMTIH19] Master's Thesis | Master's Thesis 76 - 78

N

[ED130076] Numerical Methods in Geosciences I | Numerische Methoden der Geowissenschaften I 40 - 43

R

[ED130066] Regional Geology | Regionale Geologie 22 - 24
Required Modules | Pflichtmodule 5
[ED130059] Reservoir Characterization and Modeling | Reservoircharakterisierung und Modellierung 73 - 75
[ED130056] Reservoir Geology | Reservoirgeologie 38 - 39
[ED130057] Reservoir Geomechanics | Reservoirgeomechanik 71 - 72
[ED130065] Rock Mechanics and Rock Engineering with Rock Mechanics Lab Course | Felsmechanik und Felsbau mit Labor 11 - 14

S

[ED130070] Soil Mechanics Lab Course | Bodenmechanisches Laborpraktikum 25 - 27
[ED130067] Soil Mechanics, Foundation Engineering and Underground Engineering Law | Bodenmechanik, Grundbau und Tiefbaurecht 35 - 37

T

[ED130063] Technical Hydrogeology | Technische Hydrogeologie 64 - 66

U

[ED130078] Understanding and Modeling Alpine Hazards | Alpine Naturgefahren verstehen und modellieren 59 - 63

W

[ED130060] Water in Global Change | Wasser im globalen Wandel 8 - 10