

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering)*Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt,
Technische Universität München

Stand 02.03.2016

Version 20161.1

Bezeichnung: Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering)**Organisatorische****Zuordnung:** Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt**Abschluss:** Master of Science (M.Sc.)**Regelstudienzeit****(Credits):** 4 Semester (120 Credits)**Studienform:** Vollzeit**Zulassung:** Eignungsverfahren**Starttermin:** Einführung WS 06/07, 1. Neufassung WS11/12,
2. Neufassung WS 16/17**Sprache:** Englisch**Studiengangs-****verantwortliche/-r:** Univ.-Prof. Dr.-Ing Jörg Drewes,
Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos**Ergänzende Angaben für****besondere Studiengänge:** 1:1 Kooperation mit der DTU, Kopenhagen**Ansprechperson(en) bei****Rückfragen:** Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos
tsakarestos@tum.de
+49 89 289 22424

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Ziele und strategische Bedeutung	6
1.1. Leitidee und Ziele des Studiengangs	6
1.1.1. Urbane Räume	6
1.1.2. Umweltgefahren.....	7
1.1.3. Ressourcen und Energie	8
1.1.4. Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt	8
1.2. Aktualität und Ausrichtung des Studiengangs.....	9
1.3. Strategische Bedeutung des Studiengangs	10
1.3.1. Bauen und Umwelt	11
1.3.2. Infrastruktur.....	12
1.3.3. Umwelt.....	12
1.3.4. Planet Erde	13
1.3.5. Einordnung des Studiengangs.....	14
1.4. Anforderungen und Zielgruppen	14
2. Qualifikationsprofil	16
2.1. Allgemeine Qualifikationen.....	16
2.2. Qualifikationen mit Studienrichtung „Urban Water Engineering“ ..	17
2.3. Qualifikationen mit Studienrichtung „Water Resources Management“	17
2.4. Qualifikationen mit Studienrichtung „Hydraulic Engineering“	18
2.5. Qualifikationen mit Studienrichtung „Hydrogeology, Groundwater & Geothermal Energy“	19
2.6. Qualifikationen mit Studienrichtung „Modelling and Measurement of Flow and Transport“	19
2.7. Qualifikationen mit Studienrichtung „Resource Efficiency in Urban Planing“	20
2.8. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Geotechnics“ 20	
2.9. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Hazards and Risk“ 21	
2.10. Qualifikationen mit Studienrichtung „Sustainable Urban Mobility Planning“	21

2.11. Qualifikationen mit Studienrichtung „Transportation Engineering and Control“	22
2.12. Qualifikationen mit Studienrichtung „Water-Food-Energy Nexus“	22
3. Bedarfsanalyse.....	26
3.1. Nachfrage der Absolventen auf dem Arbeitsmarkt.....	26
3.2. Nachfrage potenzieller Studierender.....	29
3.3. Limitierende Faktoren	31
3.4. Quantitative Zielzahlen.....	31
4. Wettbewerbsanalyse	33
4.1. Externe Wettbewerbsanalyse	33
4.2. Interne Wettbewerbsanalyse.....	34
4.2.1. Abgrenzung zum Masterstudiengang Bauingenieurwesen.....	35
4.2.2. Abgrenzung zum Masterstudiengang Transportation Systems.....	36
5. Aufbau des Studiengangs	37
5.1. Entwicklung der Studiengangsstruktur	37
5.2. Strukturierung	40
5.3. Leistungen	41
5.3.1. Leistungsvorgaben	41
5.3.2. Studierbarkeit.....	43
5.4. Profilbildung und Schwerpunktsetzung	44
5.5. Lern- und Lehrformen	44
5.6. Mobilität.....	45
5.6.1. Auslandssemester und Auslandspraktika	45
5.6.2. 1:1 Programm mit der DTU Kopenhagen	46
5.6.3. Double Degree mit der KTH Stockholm	46
6. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	47
6.1. Organisatorische Anbindung.....	47
6.2. Zuständigkeiten.....	48
6.2.1. Eignungskommission für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen	48
6.2.2. Studienkommission für das Bau- und Umweltingenieurwesen	48
6.2.3. Prüfungsausschuss für das Umweltingenieurwesen.....	49

6.2.4. Studienqualitätskommission der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt	49
--	----

Nach Art. 3 Abs. 2 des Grundgesetzes sind Frauen und Männer gleichberechtigt. Alle maskulinen Personen- und Funktionsbezeichnungen in dieser Studiengangsdokumentation gelten daher für Frauen und Männer in gleicher Weise.

1. Ziele und strategische Bedeutung

Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering) an der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt der Technischen Universität München leistet aufgrund seiner Ausrichtung und den damit verbundenen Zielsetzungen einen wertvollen Beitrag zu der Vielfalt und Bandbreite der Angebote der Fakultät sowie der Profilbildung der Technischen Universität München insgesamt.

1.1. Leitidee und Ziele des Studiengangs

Menschliche Aktivität, sei es die Nutzung von Rohstoffen, die Energiegewinnung, der Bau von Siedlungen und Infrastruktur, oder die wirtschaftliche und alltägliche Tätigkeit ist durch eine Vielzahl von Wechselwirkungsmechanismen mit der Umwelt verbunden. Im Gegenzug können natürliche Phänomene Gefahren für die menschliche Tätigkeit und das menschliche Leben darstellen. Der Studiengang befasst sich im Kern mit genau diesen Wechselwirkungen zwischen menschlicher Aktivität und Umwelt. Dabei gilt es nicht nur diese zu verstehen und zu beschreiben, sondern auch Strategien und Maßnahmen zu entwickeln, um ihre Auswirkungen in eine ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Richtung zu lenken. Die Schwerpunkte des Studiums liegt auf dem Verständnis der Wechselwirkungen von Boden, Energie und Wasser mit der technischen Welt.

1.1.1. Urbane Räume

Städte stellen mittlerweile den Lebensraum für über 50% der Erdbevölkerung dar. Neben der oft energetisch effizienteren Verknüpfung menschlicher und gesellschaftlicher Lebensfunktionen, sind urbane Räume mit einer Reihe umwelttechnischer Herausforderung verbunden.

Das Element Wasser spielt hier eine zentrale Rolle. Es muss als lebenswichtiges Trink- und Brauchwasser gewonnen, aufbereitet und in zuverlässigen Qualitäten verteilt werden. Ebenso fällt es in Städten als teilweise stark verschmutztes Abwasser, an, das abgeführt und gereinigt werden muss. Die versiegelte Fläche innerhalb der Städte generiert bei Niederschlagsereignissen darüber hinaus Ströme aus Regenwasser, das zur Minimierung des Überflutungsrisikos nach entsprechender Aufberei-

tung dezentral in den Untergrund versickert oder direkt in Flüssen eingeleitet werden kann.

Die Bereitstellung, Nutzungseffizienz, sowie Optionen einer Rückgewinnung von Energie stehen heute im Vordergrund umweltingenieurtechnischer Planungen. Energie- und ressourceneffiziente Planung von Städten beeinflusst die morphologische Beschaffenheit von Städten der Zukunft, aber auch das Lokalklima durch die Ausbreitung von Stoff- und Wärmeemissionen und prägt auf besondere Weise das Leben der Stadtbewohner. Als einer der zentralen Einflussfaktoren auf das Stadtklima und eine effiziente Ressourcennutzung gilt der Komplex von Siedlungsstruktur und Verkehr. Durch die Verteilung und Mischung von Aktivitäten ergibt sich die Notwendigkeit von Ortsveränderungen, die ja nach verfügbaren Verkehrsmitteln sowie nach angewendeten Maßnahmen auf nachhaltigem (zu Fuß, Fahrrad, öffentlicher Verkehr) und nicht nachhaltigem (Individualverkehr) Weg durchgeführt werden.

Der Studiengang hat das Ziel Ingenieure auszubilden, welche diese komplexen Systeme urbaner Gebiete mit der Anwendung von integrierten Strategien, aber auch durch die Entwicklung neuer, zielgerichteter Technologien steuern und in eine nachhaltige Richtung lenken können.

1.1.2. Umweltgefahren

Aus den Elementen, Boden und Wasser, können Gefahren für das menschliche Leben, die wirtschaftliche Tätigkeit aber auch die Natur selbst drohen. Extreme Wetterereignisse können zur Entfesselung großer Wassermengen und somit zu Hochwasserereignissen führen. Die Dynamik des Bodens, oft ebenfalls beeinflusst von Wetterereignissen, kann in Hangbewegungen und Hangrutschen resultieren. Diese Gefahren haben meist eine natürliche Ursache, können aber auch durch menschliche Einwirkung beschleunigt oder verschärft werden. Während in der Vergangenheit die Zufälligkeit ihres Auftretens als eine Unbekannte galt, bieten heute moderne Methoden der Risikoabschätzung und Früherkennung Optionen an, das Gefahrenpotenzial, das aus ihnen ausgeht, frühzeitiger abzuschätzen.

Die Gefahrenmechanismen wirken jedoch auch in umgekehrter Richtung. Die Bereiche Wasser, Boden und Luft werden auch indirekt durch eine Vielzahl menschlicher

Tätigkeiten beeinträchtigt, was häufig mit dem Eintrag von Schadstoffen verbunden ist.

Ziel des Studiengangs ist es, Ingenieure mit den nötigen Fähigkeiten auszustatten, diese wechselseitigen Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt, die zu einer Gefahr für beide werden können, zu verstehen, abzuschätzen und mit gezielten Strategien und Maßnahmen zu beeinflussen.

1.1.3. Ressourcen und Energie

Boden, Luft und Wasser stellen wertvolle Ressourcen dar, die durch die Menschen genutzt werden. Sie sind Lieferanten von Rohstoffen und Energie sowie Lebens- und Wirtschaftsraum. Diese Ressourcen werden jedoch nicht nur durch ihre Nutzung sondern auch andere Eingriffe gefährdet. Wasserressourcen werden häufig über das Maß ihrer Regenerationsfähigkeit hinaus ausgebeutet, Böden werden durch Degradation und Schadstoffe unbrauchbar gemacht.

Untrennbar damit verbunden ist das Thema der Energieversorgung. Wasser, Wind und Sonne erfahren als erneuerbare Energiequellen einen starken Ausbau. Dieser Ausbau ist jedoch an gesamtheitliche Konzepte der Nachhaltigkeit der gebauten Umwelt und insbesondere der städtischen Räume zu integrieren.

Ziel des Studiengangs ist es, Ingenieure hervorzubringen, die ein zukunftsorientiertes Management und den Schutz der Ressourcen sicherstellen, entstandene Schäden beheben sowie den Ausbau erneuerbarer Energiequellen unter der Maßgabe einer umfassenden Nachhaltigkeit vorantreiben können.

1.1.4. Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt

Der rasante Ausbau der Städte und der Infrastrukturen nach Beginn der Industrialisierung und die vielfältigen Veränderungen, die diese Strukturen erfahren haben, haben einen enormen, gewachsenen Bestand an bebauter Umwelt hervorgebracht, der dem heutigen Verständnis der Nachhaltigkeit gerecht werden muss. Vielfältigen Kulturlandschaften, Städtebauformen sowie Gebäudekonstruktionen und Materialien weisen stark unterschiedliche Effizienzwerte im Bereich des Energie- und Ressourcenverbrauchs auf. Die Gestaltung von Neuplanungen sowie die Ertüchtigung der

vorhandenen Bausubstanz müssen aber neben der rein energetisch-ökologischen Sicht auch Aspekte der wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit berücksichtigen.

Ziel des Studiengangs ist es, Umweltingenieure mit einer umfassenden Sicht auf Umwelt und Ressourcen mit dem notwendigen Wissen auszustatten, um die Energie- und Ressourceneffizienz der bebauten Umwelt und insbesondere der Städte unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsbereiche Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft zu erhöhen.

1.2. Aktualität und Ausrichtung des Studiengangs

Der Studiengang greift vielschichtige Diskussionen aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft auf. Die globale Entwicklung der Konzentration weiter Teile der Bevölkerung in wachsenden Metropolen und Mega-Cities und die damit verbundenen Probleme bei der Ver- und Entsorgung spiegeln sich in den Studienthemen zur Ressourceneffizienz, der Siedlungswasser- und Wassermengenwirtschaft sowie zur nachhaltigen Mobilität wieder.

Das wachsende Bewusstsein der Gesellschaft über den Klimawandel und den Verbrauch natürlicher Ressourcen findet sich verstärkt bei der Auseinandersetzung der Studierenden mit den Themen des Klimas und der Energie sowie eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen. Der Themenkomplex wird rational behandelt und über die Anwendung transparenter Methoden von der manchmal hohen Emotionalisierung losgelöst, die es häufig in der Öffentlichkeit begleitet. Dabei wird auch die wirtschaftliche Dimension des Themas nicht vernachlässigt.

Auch im Kontext der Klimadiskussion werden die Bereiche der Energiegewinnung und der nachhaltigen Gestaltung unserer Mobilität vor neue Herausforderungen gestellt. Der Studiengang reagiert darauf durch die vertiefte Auseinandersetzung mit Strategien und Methoden zum Ausbau regenerativer Energiequellen und zur Verbesserung der Energieleistung von vorhandener aber auch von neu entstehender Bebauung und technischen Anlagen. Der Schwerpunkt Mobilität umfasst hierzu die gesamte Entstehungskette des Verkehrs beginnend mit der Landnutzung, über die Ausweitung umweltfreundlicher Mobilität, bis zur intelligenten Steuerung des Verkehrs.

Der Studiengang bietet den Studierenden die Chance, sich mit diesen zukunftsorientierten Themen aus einer vielseitigen und interdisziplinären Perspektive zu befassen, da es vertieftes Wissen vordergründig aus Ingenieurwissenschaft, Naturwissenschaft und Ökologie aber auch verstärkt aus Wirtschaftswissenschaft und Informatik vermittelt.

Das Studium ist stark praxisorientiert ausgerichtet und vermittelt eine Mischung aus theoretisch-methodischem Wissen und Anwendung des Wissens an Beispielen und Übungen. Durch die Master's Thesis und das umfangreiche Study-Project besteht das Studium zu einem signifikanten Teil aus eigenständiger wissenschaftlicher Arbeit, d.h. realen Projekten aus der Forschungs- und Anwendungspraxis. Somit befähigt der Studiengang sowohl zu einer Berufslaufbahn in der freien Wirtschaft oder der öffentlichen Verwaltung als auch zu einer Fortführung der akademischen Qualifizierung über eine Promotion.

Der Studiengang ist bewusst international ausgerichtet. Dies ist dem erheblichen Bedarf an Knowhow-Transfer in Umwelttechnologien und -lösungen sowie der intensiven wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Deutschland und anderen Ländern und somit in der Ausbildung internationaler Studierender begründet. Darüber hinaus erfordern die globalen Herausforderungen, für deren Bewältigung gut ausgebildete Umweltingenieure gefragt sind, eine Denkweise und letztendlich eine Einsatzfähigkeit der Absolventen über lokale und nationale Grenzen hinaus.

Die strategische und inhaltliche Ausrichtung des Studiengangs wird laufend anhand der Erfordernisse des Arbeitsmarktes und der Forschungslandschaft weiterentwickelt. So wurden beispielsweise im Jahr 2011 thematische Vertiefungsrichtungen eingeführt, um klassische Berufsfelder klar zu adressieren, welche in 2016 neu ausgerichtet wurden, um unter Wahrung der erforderlichen Interdisziplinarität, mehr Wahlmöglichkeiten im Berufsbild zu ermöglichen (s. 5.1 Entwicklung der Studiengangstruktur)

1.3. Strategische Bedeutung des Studiengangs

In ihrem Grundverständnis ist die Technische Universität München dem Innovationsfortschritt auf Wissenschaftsgebieten verpflichtet, die das Leben und Zusammenle-

ben der Menschen nachhaltig zu verbessern verspricht. Aus Verantwortung für die nachfolgenden Generationen begründen sich die interdisziplinären Forschungsschwerpunkte, Gesundheit & Ernährung, Energie & Rohstoffe, Umwelt & Klima, Information & Kommunikation, Mobilität & Infrastruktur.

Die Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt deckt mit ihren zentralen Themengebieten *Bauen – Infrastruktur – Umwelt – Planet Erde* viele dieser interdisziplinären Forschungsgebiete umfassend ab und trägt damit zu der Attraktivität und dem internationalen Renommee der Technischen Universität München bei.

Der internationale Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering) bildet dabei das Bindeglied zwischen den Themengebieten Bauen, Mobilität und Infrastruktur sowie Energie und Rohstoffe auf der einen und den Schwerpunkten Umwelt und Klima auf der anderen Seite. Der Studiengang kann sich dabei Methoden und Kompetenzen aus dem gesamten Spektrum der Fakultät aus Bau, Geodäsie und Hydrowissenschaften bedienen und diese mit Ansätzen der Natur- und Umweltwissenschaft verknüpfen.

1.3.1. Bauen und Umwelt

Gemäß dem Leitbild der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt kommt dem Bauwesen *„besondere Bedeutung zu, da Bauen und Wohnen sowohl eines der wichtigsten Grundbedürfnisse des Menschen als auch ein bedeutender Wirtschaftszweig und wichtiges Kulturgut sind. Mit nachhaltigen Baustoffen und Konstruktionen soll dem Idealfall des Bauens möglichst nahe gekommen werden: minimaler Verbrauch von Ressourcen, minimale Emissionen bei der Herstellung der Baustoffe, bei der Errichtung, beim Betrieb, beim Umbau und beim Abbruch einer Konstruktion.“*

Die Nachhaltigkeit im Bereich Bauen ist ein integraler Bestandteil des Umweltingenieurwesens. Die Ausbildung verbindet konkrete Aufgabenstellungen, wie die Nachhaltigkeit des Ressourcenverbrauchs, des Energiebedarfs der Städte oder dem Lebenszyklus von Konstruktionen mit der übergreifenden Sicht auf die natürlichen Prozesse, dem Management von Ressourcen und Materialströmen sowie der Wechselwirkung zwischen menschlicher Tätigkeit und lokaler bzw. globaler Wirkung auf Umwelt, Wirtschaft und Kultur.

1.3.2. Infrastruktur

Der Bereich der Infrastruktur wird in der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt in folgendem, erweiterten Kontext aufgefasst: *„Verkehr ist heute mehr als die Erstellung von Verkehrsinfrastruktur. Zunehmend wichtiger wird der effiziente, umweltfreundliche und sichere Betrieb des Verkehrssystems. Verkehrsplanung wird zunehmend zur Gestaltungs- und Managementaufgabe eines komplexen Gesamtsystems, das sowohl Personen- und Güterverkehr als auch alle Verkehrsträger umfasst.“*

Im Umweltingenieurwesen wird das Thema der Infrastruktur aus einer ganzheitlichen Perspektive betrachtet und in der gesamten Bandbreite urbaner Handlungsfelder betrachtet. Durchleuchtet wird das Gebiet aus dreierlei Perspektiven: der Ursachen (Siedlungsstruktur, Nutzungsstruktur), der Folgen (Urbaner Wasserkreislauf, Verkehrsprobleme, Emissionen, Ressourcenverbrauch) und der Maßnahmen (Integrierte Planung von Siedlungsstrukturen und Verkehrs- bzw. Wasserinfrastrukturen, Management von Wasserkreisläufen, Verkehrsmanagement und Energiemanagement, Ressourcenoptimierung).

1.3.3. Umwelt

Die Umwelt stellt das zentrale Thema des Studiengangs dar und wird sowohl im Leitbild der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt als auch im Leitbild der Technischen Universität München besonders erwähnt: *„Eines der zentralen Leitthemen der Technischen Universität München ist der Themenkomplex Umwelt und Energie, der auf der internationalen Agenda einen Spitzenplatz einnimmt. Der Umgang mit Naturgefahren und Katastrophenvorsorge, d. h. das Thema „Preparedness“ (allgemeiner als Disaster and Risk Management bezeichnet) auf Basis einer komplexen Information, Prävention und Intervention, ist für die bebaute und unbebaute Umwelt von hoher Bedeutung und hat somit einen hohen gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Stellenwert. Das Thema stellt damit einen vorsorgenden Beitrag zum nachhaltigen Umweltschutz und zur Bewältigung von Umweltproblemen dar. Die Innovation resultiert aus der einmaligen Vernetzung bisher meist nebeneinander her agierender Disziplinen. Ein großer Mehrwert für Staat, Kommunen, Wirtschaft und Gesellschaft ist absehbar.“*

Im Umweltingenieurwesen werden die drei Elemente der unbebauten Umwelt Wasser, Luft und Boden sowie die bebaute Umwelt als Naturraum, Lebensraum und Wirtschaftsraum betrachtet. Es werden Methoden vermittelt, um die Auswirkungen menschlicher Aktivität auf diese Elemente aber auch um Naturgefahren zu beschreiben und vorherzusagen. Es werden Methoden und Technologien zur nachhaltigen Gestaltung dieser Aktivitäten aber auch besonders für die Entwicklung und Anwendung von Technologien zur Vermeidung bzw. Wiederherstellung von Schäden behandelt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die nachhaltige Nutzung der Ressourcen und der Energiegewinnung als Rückgrat der wirtschaftlichen Tätigkeit und Sicherung des Wohlstands für zukünftige Generationen gelegt.

Der Studiengang Umweltingenieurwesen ist ein wichtiger Vernetzungspunkt für bisher „*nebeneinander her agierender Disziplinen*“ innerhalb und außerhalb der Fakultät. Durch die Schwerpunkte Wasser, Verkehr und nachhaltiges Bauen greift es Stärken des Bauingenieurwesens auf und erweitert diese um die wichtigen Schwerpunkte Stofftransport und Boden aus den Geowissenschaften. Über diese zwei Disziplinen hinaus vereint es Methoden der Erkundung und Darstellung aus der Geodäsie und Geoinformation mit den analytischen Methoden der Naturwissenschaften.

1.3.4. Planet Erde

In der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt wird auf die globale Betrachtung unseres Planeten besonderer Wert gelegt: *„Aufgabe der Erdsystemwissenschaften ist es, dynamische Veränderungen und Prozesse in und auf der Erde, den Ozeanen und der Atmosphäre zu erfassen sowie ihre gegenseitigen Wechselwirkungen zu modellieren.“*

Im Umweltingenieurwesen spielen die globalen Prozesse im Wasser, im Boden und der Atmosphäre aufgrund ihres starken gegenseitigen Einflusses mit der menschlichen Aktivität eine wichtige Rolle. In den übergreifenden Teilen des Curriculums finden sich Methoden zur Erfassung, Modellierung und Bewertung dieser Prozesse. Die Anwendung der Methoden findet in den thematisch spezialisierten Vertiefungsrichtungen statt.

1.3.5. Einordnung des Studiengangs

Orientiert an dem Leitbild bietet die Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt eine breite Auswahl an Studiengängen an, welche die einzelnen Aspekte abdecken und den Absolventen damit eine gezielte Vorbereitung auf ihren Einsatz in Wissenschaft, Forschung oder Wirtschaft ermöglicht.

Studiengänge BGU

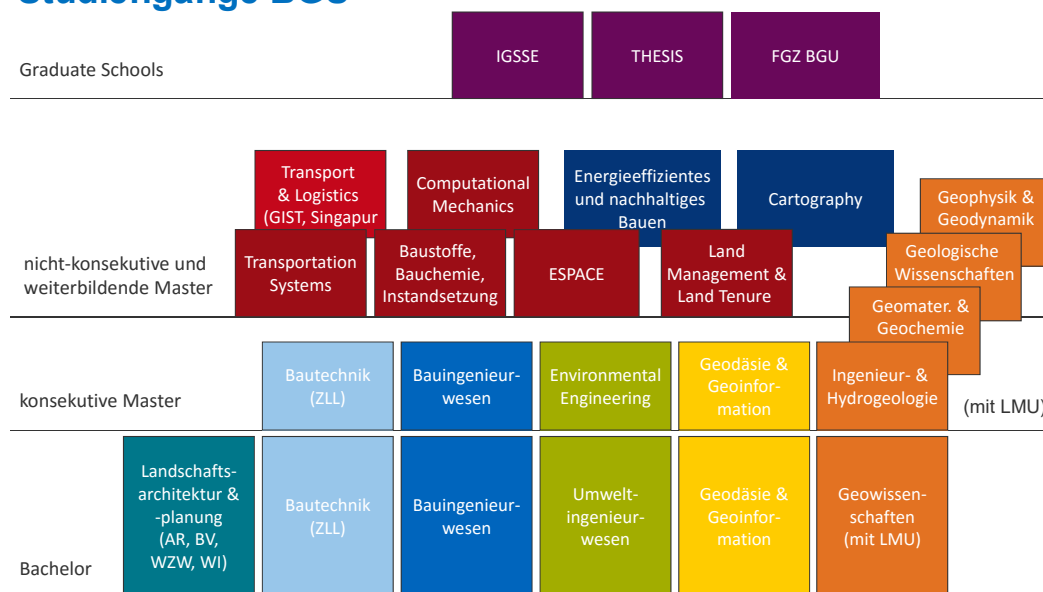


Abbildung 1: Studiengänge der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering) ist die konsequente Vertiefung des grundständigen Studiengangs Bachelor of Science in Umweltingenieurwesen. Durch die stark interdisziplinäre Ausrichtung kann er jedoch auch als Spezialisierungsrichtung für Absolventen anderer Studiengänge, wie z.B. des Chemieingenieurwesens, Bauingenieurwesens oder der Geowissenschaften dienen, da er ihnen die Möglichkeit bietet, ihr grundständiges Wissensgebiet im globalen Kontext seiner Wechselwirkung mit der Umwelt zu vertiefen.

1.4. Anforderungen und Zielgruppen

Aufgrund der inhaltlichen Ausrichtung des Studiengangs wird bei der Auswahl der Bewerber besonderer Wert auf eine ausgewogene Mischung an Kompetenzen sowohl in Ingenieur- als auch in Naturwissenschaft gelegt. Bewerber müssen, ungeach-

tet ihrer angestrebten Spezialisierungsrichtung, ein solides Grundwissen auf Bachelororniveau in den meisten Bereichen, die in den Vertiefungsrichtungen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen vertieft werden, aufweisen. Von besonderer Bedeutung sind, neben dem allgemeinen ingenieurwissenschaftlichen Verständnis, Kenntnisse in Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft, Wasserbau, Hydromechanik, Verkehrsplanung und Verkehrstechnik sowie Geotechnik. Besonderer Wert wird auch auf die naturwissenschaftlichen Grundlagen in Chemie, Mikrobiologie, Thermodynamik und Geologie gelegt. Die damit verbundenen Kompetenzen sind eine wesentliche Voraussetzung für den Studienerfolg und die Erreichung des angestrebten Studienabschlusses.

Zielgruppe des Studiengangs sind daher vorrangig Bachelorabsolventen der Studienrichtung Umweltingenieurwesen oder vergleichbarer Studiengänge. Absolventen der Studienrichtung Chemieingenieurwesen und Bauingenieurwesen können bei einer entsprechenden Ausrichtung ihres Studiums (Wasser, Boden, Verkehr) als gleichwertig angesehen werden.

2. Qualifikationsprofil

Nach erfolgreicher Beendigung des Masterstudiums in Umweltingenieurwesen verfügen die Absolventen über ein vielfältiges Portfolio an relevanten und fundierten Kompetenzen, Fertigkeiten und Kenntnissen. Diese werden maßgeblich von den gewählten Vertiefungsbereichen („Field of Study“) bestimmt.

2.1. Allgemeine Qualifikationen

Absolventen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen sind in der Lage, die komplexen Systeme der natürlichen und vom Menschen beeinflussten Umwelt zu verstehen, ihre Teilprozesse sowie ihre Wechselwirkungen zu analysieren, diese durch Messung und/oder Modellierung und Simulation in verschiedenen Abstraktionsstufen zu beschreiben sowie technische Lösungen zu entwickeln. Sie können Ziele für das Funktionieren dieser Systeme im Spannungsfeld der Ressourcennutzung einerseits und der Erhaltung von wertvollen natürlichen Systemen andererseits entwickeln und diese anhand von funktionalen Anforderungen, technischen oder natürlichen Randbedingungen sowie von rechtlichen Grundlagen und Normen operationalisieren. Sie sind in der Lage, Probleme im Funktionieren dieser Systeme zu erkennen bzw. zu prognostizieren und daraus ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen und technische Lösungen abzuleiten. Sie können zur Lösung dieser Aufgabenstellungen komplexe Modelle unterschiedlicher Abstraktionsstufen aufstellen, ihre Grenzen und Randbedingungen definieren und aus der Synthese kleinteiliger Teilmodelle Gesamtlösungen entwickeln sowie diese kritisch hinterfragen. Sie kennen den Stand der Technik in unterschiedlichen Anwendungsgebieten und können daraus für ihre spezifische Aufgabenstellung eine oder eine Kombination von Lösungen auswählen. Sie sind in der Lage, vorhandene Technologien auf die vorherrschenden Randbedingungen ihrer Aufgabe anzupassen sowie neue Techniken und Strategien zu entwickeln, um nachhaltige Lösungen im Spannungsfeld von Ressourcennutzung und Umweltschutz zu erzielen. Sie sind ferner in der Lage die Wirkung ihrer entwickelten Lösung in Hinblick auf ihre Wirksamkeit zu bewerten und diese zur Realisierung vorzubereiten. Die Absolventen sind weiterhin befähigt, Realisierungsprojekte sowohl für den technischen wie für den finanziellen Teil ihrer Lösungen zu planen und ihre

Durchführung zu steuern. Die Anwendungsgebiete dieser Kompetenzen ergeben sich aus Kombination aus den gewählten Studienrichtungen.

2.2. Qualifikationen mit Studienrichtung „Urban Water Engineering“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Urban Water Engineering“ verfügen über ein vertieftes Wissen im Themenfeld des menschengemachten urbanen Wasserzyklus. Sie sind vertraut mit den Zusammenhängen zwischen Siedlungs- und Wirtschaftstätigkeit und dem Bedarf nach Versorgung mit Trink- und Brauchwasser, einer energieeffizienten Abwasserentsorgung sowie einer gesicherten Siedlungsflächenentwässerung. Sie haben Kenntnis des relevanten Rechtsrahmens sowie grundlegender und weitergehender Methoden der Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung und können für traditionelle wie neue Kontaminanten die dazugehörigen technischen Anlagen und Prozesse konzipieren, dimensionieren, modellieren, im laufenden Betrieb überwachen sowie fortentwickeln. Ferner sind sie in der Lage, einen ganzheitlichen urbanen Wasserzyklus zu gestalten, und in diesem auch Aspekte der Wasserwiederverwendung und der Energierückgewinnung zu integrieren. Ihre Tätigkeitsfelder liegen insbesondere in der Planung und Betrieb von Anlagen und Prozessen der Wasserver- und Abwasserentsorgung.

2.3. Qualifikationen mit Studienrichtung „Water Resources Management“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Water Resources Management“ besitzen ein vertieftes Wissen über den terrestrischen Wasserkreislauf mit seinen gekoppelten Ökosystemen sowie über wasserbezogene Konflikte und Lösungsstrategien in internationalen Einzugsgebieten. Typische Analysen und Lösungen werden zum Beispiel im Spannungsfeld zwischen Wasser, Nahrung und Energie auf unterschiedlichen Skalen erarbeitet, aber auch hinsichtlich der Gefährdung durch Wassermangel und Hochwasser sowie durch Verschmutzung des Wassers. Die Absolventen können die Beeinflussung von Ökosystemen durch Übernutzung der Wasserressourcen und die quantitativen bzw. qualitativen Konsequenzen durch Verbauung von Fließgewässern analysieren und beurteilen. Sie erwerben Lösungskompetenzen unter Verwendung entsprechender Softwaretools und Modelle für eine angemessene Nutzung der Was-

serressourcen bei Rivalitätskonflikten, im technischen sowie dezentralen Hochwasserschutz und im integrierten Wasserressourcenmanagement.

Aus dem erlernten Wissen leiten sich zukunftsorientierte Ingenieursaufgaben ab, zum Beispiel die Bewertung der Eingriffe in Ökosysteme, die Entwicklung von Lösungsstrategien bei nationalen und internationalen Wasserressourcenkonflikten, das Analysieren des Hochwasserrisikos, die Planung und Bemessung neuer technischer und dezentraler Hochwasserschutzanlagen sowie die Bewertung von politischen und rechtlichen Änderungen in Hinsicht auf die Wasserressourcen.

2.4. Qualifikationen mit Studienrichtung „Hydraulic Engineering“

Absolventen der Vertiefungsrichtung „Hydraulic Engineering“ verfügen über ein breites Wissen in den maßgeblichen Bereichen des Wasserbaus und der Wasserwirtschaft wie Flussperren, Talsperren, Betriebseinrichtungen, Wasserkraftanlagen, Flussbau, hydraulische Strömungssimulation und Sedimenttransport. Sie kennen die wesentlichen Details und Zusammenhänge der wasserbaulichen Themenfelder im Kontext „Risk – Life – Energy“ und sind in der Lage, das Gelernte in zukunftsorientierte Aufgabengebiete zu integrieren. Wesentliche Elemente sind hierbei die Teilprozesse der alpinen Naturgefahren, des aktiven Hochwasserschutzes, die Habitatsmodellierung und Sediment- und Feststofftransportmodellierung unter Berücksichtigung der Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Auch die umweltschonende Energiegewinnung durch neue Konzepte in der Wasserkraft spielt gegenwärtig eine zunehmend wichtige Rolle. Die Ergebnisse der verwendeten 2D- und 3D-Simulationsmodelle zur Berechnung von Strömungsabläufen gehen ein in die physikalische Modellierung komplexer Strömungsvorgänge und ergeben so durch die hybride Modellierung ein realitätsnahes Bild der hydraulischen Vorgänge in der Natur und den zugehörigen Ökosystemen. Die heute brennenden Themen des Mangels (aride Gebiete) und des Überflusses an Wasser (Hochwasser) sind aktuelle und künftige Ingenieursaufgaben, denen sich ein Absolvent nach der Vertiefung stellen kann.

2.5. Qualifikationen mit Studienrichtung „Hydrogeology, Groundwater & Geothermal Energy“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Hydrogeology, Groundwater & Geothermal Energy“ haben sich ein vertieftes Wissen über das Ökosystem Grundwasser, das die wichtigste Trinkwasserressource Bayerns darstellt, angeeignet. Die Studenten sind mit den hydraulischen Eigenschaften von verschiedenen Aquifertypen vertraut, haben ein Verständnis zu hydrologisch- und hydrogeologischen Prozessketten und den wichtigsten biogeochemischen Reaktionen in Grundwasserleitern und können relevante Fragestellungen zur Geothermie im Ökosystem Grundwasser lösen. Darüber hinaus sind sie mit dem Einfluss anthropogener und geogener Stoffeinträge vertraut und können diese interpretieren und analysieren. Durch den Einsatz numerischer Modelle können die Studierenden geologische und hydrogeologische Verhältnisse und Prozesse auf Basis der getroffenen Abstraktionen in einem gängigen Programm wiedergeben und die Strömung des Grundwassers und den Transport von Schadstoffen unter Annahme verschiedener Randbedingungen modellhaft abbilden. Neben der mathematischen Modellierung und hydraulischen Untersuchungsmethoden kommen auch wasserchemische und moderne isotoopenchemische Methoden zum Einsatz, um die drängenden globalen Fragen zu einem nachhaltigen Trinkwasserschutz und Grundwasserressourcenmanagement beantworten zu können.

2.6. Qualifikationen mit Studienrichtung „Modelling and Measurement of Flow and Transport“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Modelling and Measurement of Flow and Transport“ beschäftigen sich mit Strömungsvorgängen und Transportprozessen von Stoffen in der Umwelt. Aus einem grundlegenden Verständnis der relevanten Prozesse heraus sind sie in der Lage, Modelle für Strömungs- und Transportprozesse zu entwickeln und qualifiziert anzuwenden. Im Fokus stehen dabei die Hydrologische Modellierung von Flussgebieten sowie die Modellierung von turbulenten Strömungen in Oberflächengewässern und in der Atmosphäre. Sie nutzen makro- und mikroskopische Modellierung und Messtechniken zur Analyse von strömungsgetriebenen Transport- und Austauschprozessen in der Umwelt von der kleinen Skala bis zum Flussgebiet.

2.7. Qualifikationen mit Studienrichtung „Resource Efficiency in Urban Planing“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Resource Efficiency in Urban Planning (RE-UP) betrachten die Anforderungen an die Versorgung der Menschen mit unterschiedlichen Ressourcen, wie Energie, Materialien, Wasser, Grünflächen und Luft im Hinblick auf den Bedarf und die für die Verteilung (Ver- und Entsorgung) notwendige Infrastruktur. Hierbei stehen die Wechselwirkungen und der Gesamtzusammenhang im Vordergrund der Betrachtung, um im Hinblick auf das Planungsgeschehen fundierte Aussagen zu einer nachhaltigen, ressourcenschonenden Stadtentwicklung treffen zu können. Hierbei werden die Wechselwirkungen von gebauter und grüner Infrastruktur, Materialverbrauch und –recycling sowie Energieeffizienz und der Einsatz Erneuerbarer Energien besonders betrachtet. Im Bereich der Modellierung stehen Werkzeuge zur Ökobilanzierung und Bilanzierungsverfahren zum Energiehaushalt einer Stadt im Vordergrund. Ein wesentlicher Schwerpunkt der zu leistenden Ingenieursaufgaben besteht in der Analyse des Ist-Zustands eines Stadtquartiers im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch sowie die Entwicklung von Lösungsansätzen und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung nachhaltiger Städte.

2.8. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Geotechnics“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Environmental Geotechnics“ beschäftigen sich maßgeblich mit der Wechselwirkung von geotechnischen Konstruktionen mit der Umwelt. Sie sind vertraut mit den mechanischen und hydraulischen Eigenschaften von Boden, Fels und mineralischen Reststoffen. Sie können die Auswirkungen von mineralischen Abfällen und Reststoffen auf die Schutzgüter Boden und Grundwasser beurteilen und verfügen über Kenntnisse der geotechnischen Maßnahmen, die zum Schutz von Boden und Grundwasser eingesetzt werden können. In diesem Zusammenhang erwerben die Absolventen Wissen im Bereich des Deponiebaus, der Altlastensanierung, des Grundwasserschutzes im Verkehrswegebau und des nachhaltigen Umgangs mit mineralischen Baustoffen, Reststoffen und industriellen Nebenprodukten. Sie haben Kenntnis des relevanten Rechtsrahmens sowie grundlegender und weitergehender Methoden des Grundbaus und der Bodenmechanik und können die zugehörigen geotechnischen Bauwerke und umwelttechnischen Maßnahmen konzipieren und bemessen. Ferner sind sie in der Lage, anhand von hydrogeologischen

Untersuchungen Auswirkungen von geotechnischen Baumaßnahmen auf das Grundwasser zu beurteilen. Ihre Tätigkeitsfelder liegen insbesondere in der geotechnischen Planung von sicheren Abfalldeponien, der Erkundung und Sanierung von Altlasten, in geotechnischen Planungs- und Dimensionierungsaufgaben im Bereich des Erdbaus, der Landgewinnung, der Lagerung von Rückständen des Bergbaus (Tailing), des Küstenschutzes und der Nachnutzung von ehemals bergbaulich beanspruchten Flächen

2.9. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Hazards and Risk“

Absolventen des Vertiefungsbereichs „Environmental Hazards and Risk“ können Naturgefahren und Umweltrisiken analysieren, bewerten und Präventionskonzepte entwickeln. Sie sind vertraut mit Naturgefahren, deren Prozessen, Häufigkeiten und deren Einwirkung auf Mensch-Umwelt-Systeme sowie mit den Auswirkungen menschlicher Eingriffe in diese Bereiche. Im Rahmen von spezialisierten Veranstaltungen gewinnen die Studenten Einblick in die Prozessmodellierung und die Bemessung von Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren. Sie können gezielt Strategien entwickeln, um Naturgefahren zu erkennen, zu bemessen und Schutz-/Verhinderungsmaßnahmen zu entwickeln. Sie können State-of-the-Art Methoden der probabilistischen Risikoanalyse anwenden, um auch unter großen Unsicherheiten quantitative Aussagen zu machen. Aussagen zu Risiken und Zuverlässigkeit von Systemen können sie kritisch hinterfragen. Schließlich können sie gezielt Strategien entwickeln, um einerseits menschengenerierte Gefahren abzuwenden, andererseits aus natürlichen Phänomenen resultierenden Gefahren vorzubeugen. Ihre Tätigkeitsfelder liegen insbesondere in Naturgefahrenmanagement, Infrastrukturplanung, Umweltsicherheit, Forschung und allgemeinem Risikomanagement.

2.10. Qualifikationen mit Studienrichtung „Sustainable Urban Mobility Planning“

Absolventen mit der Studienrichtung „Sustainable Urban Mobility Planning“ beschäftigen sich mit den Systemen Flächennutzung – Mobilität – Verkehr und insbesondere mit der Interaktion zwischen Nutzungs-/Tätigkeitsstruktur mit den lang- bis mittelfristigen Entscheidungen von Reisenden. Sie bewerten diese in Hinblick auf Zielsetzungen einer nachhaltigen urbanen Entwicklung, Erreichbarkeit und Luftreinhaltung. Sie

Nutzen zur Bewertung mesoskopische (Verkehrsgeschehen) bis makroskopische (Verkehrsnetz) Modelle. Sie beeinflussen diese Wechselwirkungen durch strategische Maßnahmen der Verkehrs- und Stadtplanung. Ihre Tätigkeitsfelder liegen insbesondere in der Planung von Siedlungsgebieten und Verkehrsnetzen sowie der Implementierung langfristig wirkender Maßnahmen des Verkehrsmanagements.

2.11. Qualifikationen mit Studienrichtung „Transportation Engineering and Control“

Absolventen mit der Studienrichtung „Transportation Engineering and Control“ betrachten das System Mobilität – Verkehr – Verkehrsgeschehen und insbesondere die Implementierung von kurz- bis mittelfristigen Entscheidungen von Reisenden und ihre Wechselwirkungen mit den Systemen der Luftqualität, der Verkehrssicherheit sowie der Mobilität als Teil der Lebensqualität. Sie beschreiben die Systeme mit skalierbaren Modellen in mikroskopischer (Verkehrsteilnehmer) und mesoskopischer (Verkehrsgeschehen) Ebene. Sie beeinflussen ihre Wirkung in Hinblick auf die Ziele eines ganzheitlichen Verkehrsmanagements durch die Entwicklung und Anwendung von strategischen und taktischen Maßnahmen der Verkehrsorganisation und der Verkehrssteuerung unter Nutzung Intelligenter Verkehrssysteme (IVS). Ihre Aufgaben liegen insbesondere in den Gebieten der Konzeption, der Planung und der Implementierung von kurzfristig bis mittelfristig wirkenden Maßnahmen des Verkehrsmanagements.

2.12. Qualifikationen mit Studienrichtung „Water-Food-Energy Nexus“

Absolventen mit der Studienrichtung „Water-Food-Energy Nexus“ sind in der Lage die verschiedenen Fachdisziplinen des Nexus „Water-Food-Energy“ miteinander zu verbinden und die in diesem Spannungsfeld entstehenden Konflikte sinnvoll zu bewerten. Sie eignen sich im Pflichtteil ein fakultätsübergreifendes vertieftes Wissen im Themenfeld des Landmanagement als Basis einer nachhaltigen Nutzung von Flächen sowie der entstehenden Ressourcen. Sie sind vertraut mit den Zusammenhängen zwischen den in diesem thematischen Überschneidungsbereich auftretenden Konflikten die auch in den sozialen und politischen Bereich hineinreichen und in der Lage diese auf der Grundlage normativer und interkultureller ethischer Ansätze zu betrachten. Sie verfügen über ein vertieftes Wissen im Bereich der Technik- und

Wissenschaftsethik und haben Kenntnis von den Erkenntnis- und Handlungsmodellen, welche in diesem komplexen Abhängigkeitskontext zusammenwirken. Sie haben Kenntnis von den zugrunde liegenden Konzepten, können sie bewerten und nutzen. Sie sind in der Lage die hierfür benötigten Methoden anzuwenden sowie praktische Tools der Datenbeschaffung, -bearbeitung und -bewertung zu nutzen, die Daten zu analysieren und zu bewerten. Sie haben darüber hinaus Kenntnisse in den Bereichen der wasserbaulichen Fragestellungen, der Agrarwirtschaft, der Ernährung, der Energiewirtschaft sowie der technischen Fragestellungen vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien mit einem Schwerpunkt im Bereich Wasser, sowie klimatischer Fragestellungen. Ihre Tätigkeitsfelder liegen insbesondere in der Planung und Bewertung von fächerübergreifenden Fragestellungen und Problemen an den Schnittstellen von Wasser, Ernährung und Energie.

Empfohlene Kombinationen von Fields of Study

Durch die Wahl von zwei FoS ergeben sich für die Absolventen berufsbildende Profile. Ihre Qualifikation ergibt sich aus der Kombination der o.g. Teilprofile. Dennoch spiegeln nicht alle Kombinationen die Betätigungsfelder in Ingenieurbüros, Behörden und Forschungseinrichtungen wider. Daher sind bestimmte Kombinationen von Fields of Study für bestimmte Betätigungsfelder besonders Empfehlenswert, während andere sinnvoll aber nicht prioritär zu wählen sind. Folgende Tabelle verdeutlicht diese Kombinationen.

Kombinationen von FoS Empfohlene Kombination Weitere sinnvolle Kombination											
	1 Urban Water Engineering	2 Water Resources Management	3 Hydraulic Engineering	4 Hydrogeology, Groundwater, Geothermal Energy	5 Modelling of Flow and Transport	6 Resource Efficiency in Urban Planning	7 Environmental Geotechnics	8 Environmental Hazards and Risk	9 Sustainable Urban Mobility Planning	10 Transportation Engineering and Control	11 Water Food Energy Nexus
1 Urban Water Engineering											
2 Water Resources Management											
3 Hydraulic Engineering											
4 Hydrogeology, Groundwater, Geothermal Energy											
5 Modelling of Flow and Transport											
6 Resource Efficiency in Urban Planning											
7 Environmental Geotechnics											
8 Environmental Hazards and Risk											
9 Sustainable Urban Mobility Planning											
10 Transportation Engineering and Control											
11 Water Food Energy Nexus											

Abbildung 2: Empfohlene FoS Kombinationen

Korrespondierend mit den Ergebnissen der AbsolventInnenbefragung (vgl. 3.1) ergeben sich für die dort aufgeführten Betätigungsfelder folgende sinnvolle Kombinationen.

Betätigungsfeld	FoS Kombinationen
Wasserbau, Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz	3 Hydraulic Engineering x 2 Water Resources Management 3 Hydraulic Engineering x 5 Modelling of Flow and Transport 3 Hydraulic Engineering x 8 Environmental Hazards and Risk 3 Hydraulic Engineering x 11 Water Food Energy Nexus
Siedlungswasserwirtschaft, Wasserversorgung, Entwässerung	1 Urban Water Engineering x 2 Water Resources Management 1 Urban Water Engineering x 11 Water Food Energy Nexus 1 Urban Water Engineering x 6 Resource Efficiency in Urban Pl.
Erneuerbare Energien einschl. Wasserkraft	3 Hydraulic Engineering x 2 Water Resources Management 3 Hydraulic Engineering x 4 Hydrogeology, Groundwater, Geothermal Energy
Hydrologie	2 Water Resources Management x 3 Hydraulic Engineering 2 Water Resources Management x 5 Modelling of Flow and Transp 2 Water Resources Management x 4 Hydrogeology, Groundwater, Geothermal Energy
Bodenschutz, Altlastensanierung	7 Environmental Geotechnics x 4 Hydrogeology, Groundwater, Geothermal Energy
Verkehrsplanung, Verkehrssteuerung	9 Sustainable Urban Mobility Planning x 6 Resource Efficiency in Urban Planning 10 Transportation Engineering and Control x 9 Sustainable Urban Mobility Planning
Softwareentwicklung Geoinformationssysteme	Ist in allen Kombination möglich, da alle Spezialisierungsgebiete Fachbezogene Software einschl. der Geoinformationssysteme benötigen.
Geotechnik	7 Environmental Geotechnics x 8 Environmental Hazards and Risk 7 Environmental Geotechnics x 3 Hydraulic Engineering

Tabelle 1: Mögliche Betätigungsfelder je nach FoS Kombination

3. Bedarfsanalyse

3.1. Nachfrage der Absolventen auf dem Arbeitsmarkt

Durch die im Masterstudiengang angebotene Bandbreite an Spezialisierungsmöglichkeiten können die Absolventen für eine Reihe unterschiedlicher Wirtschaftszweige des Ingenieurwesens tätig werden. Grundsätzlich sind dies Ingenieurdienstleistungen und öffentliche Aufgaben in den Spezialisierungsbereichen des Studiengangs. Die Vertiefungsrichtungen des Masterstudiengangs orientieren sich nach den üblichen Betätigungsfeldern auf dem Arbeitsmarkt. Eine scharfe Zuordnung einzelner Vertiefung und einzelner Branche, würde der Vielfältigkeit des Berufsbildes und der Vielschichtigkeit der dazugehörigen Unternehmen nicht gerecht werden.

Mögliche Arbeitgeber sind angesiedelt in:

- Öffentlicher Dienst
 - o Bundes- und Landesämter für Umwelt und Wasserwirtschaft
 - o Bundes- und Landesbehörden für Bau, Infrastruktur und Verkehr
 - o Städtische Referate für Umwelt, Ver- und Entsorgung und Gesundheit
 - o Städtische Planungsämter
 - o Europäische Behörden für Umwelt
- Industrie – Herstellung
 - o Anlagenbau für Ver- und Entsorgung
 - o Anlagenbau für regenerative Energien
 - o Hersteller von Systemen der Verkehrstelematik/ Automobilindustrie
- Industrie – Betrieb und Dienstleistungen
 - o Öffentliche und privatwirtschaftliche Unternehmen für Wasserversorgung und Stadtentwässerung
 - o Öffentliche und privatwirtschaftliche Unternehmen für Entsorgung und Recycling
 - o Öffentliche und privatwirtschaftliche Unternehmen für den Betrieb von Anlagen zur Gewinnung regenerativer Energien
 - o Verkehrsunternehmen
- Ingenieurbüros – Planung, Consulting, Ausführung und Prüfung
 - o Wasserbau und Wasserwirtschaft, Wasserkraftanlagen
 - o Katastrophenschutz, Risikobewertung von Naturgefahren (Hangbewegungen, Hochwasserschutz, alpine Naturgefahren)
 - o Umweltgeotechnik, Altlastensanierung
 - o Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft
 - o Hydraulische Anlagen und Leitungssysteme
 - o Regenerative Energien

- o Flächennutzungs- und Siedlungsplanung, Städtebau, Stadtinfrastruktursysteme
 - o Verkehrsplanung und –betrieb, Verkehrstechnik
 - o Energiesanierung und Instandsetzung von Gebäuden
 - o Bewirtschaftung von Grundwasserreservoirs und Geothermie
- Entwicklungsfirmen Software und Computing
- Forschung und Entwicklung
 - o Universitäten
 - o Großforschungseinrichtungen
 - o Industrieunternehmen
- Unabhängige Organisationen, Verbände, NGOs, Entwicklungshilfeorganisationen

Quantitative Zahlen zur Arbeitsmarktsituation sind schwer zugänglich, da die meisten Verbände und Behörden die Tätigkeiten der Umweltingenieure im Bereich Bauingenieurwesen mit dem konstruktiven Bereich zusammenfassen. Die Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt errechnet, gestützt auf Zahlen des bayerischen Bauindustrieverbands, einen Bedarf von ca. 200 – 250 Absolventen jährlich in Bau- und Umweltingenieurwesen, allein um den entsprechenden Bedarf in Bayern abzudecken. Die häufigsten Betätigungsfelder der bisherigen AbsolventInnen sind in diesem Kontext hauptsächlich Ingenieurbüros und die öffentliche Hand in den Gebieten des Wasser- und Verkehrswesens (s. Abbildung 4).

Einen Anhaltspunkt für den wachsenden Bedarf liefert der Umweltwirtschaftsbericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), das im zweijährigen Abstand auch die Arbeitsmarktwirkungen des Umweltschutzes analysiert. Demnach gibt es einen durchgehend positiven Trend in der Entwicklung der regenerativen Energien und in den mit dem Umweltschutz verbundenen Exportgütern und Dienstleistungen. Die stärksten Wachstumsraten zeigen sich im Bereich regenerativer Energien.¹ Prognosen zufolge werden sich die Beschäftigten in dem Bereich von ca. 367.000 im Jahr 2010 bis 500.000² im Jahr 2030 erhöhen. Der Forschungs- und Entwicklungsbereich in dem Kontext hat in den letzten Jahren ebenfalls eine Steigerung von 10% – 20% erfahren.

¹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Umweltwirtschaftsbericht, Berlin 2011

² DLR et.al, Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Berlin 2011, S. 198

Dennoch stellt nach wie vor der Bereich der umweltbezogenen Dienstleistungen mit 1,2 Mio. Beschäftigten den größten Arbeitgeber dar.³ Der Ausblick der Arbeitsmarktentwicklung in diesem Bereich wird durch das BMU ebenfalls als positiv eingeschätzt.

Eine Befragung unter den Absolventen der Abschlussjahrgänge 2008 bis 2014 zeigt, dass die meisten AbsolventInnen im Privatsektor beschäftigt sind. Der öffentliche Dienst beschäftigt Umweltingenieure neben den Forschungsinstitutionen in den relevanten Landesämtern für Umwelt und Wasserwirtschaft sowie den kommunalen Referaten für Umwelt, Wasserversorgung und Verkehrsplanung.

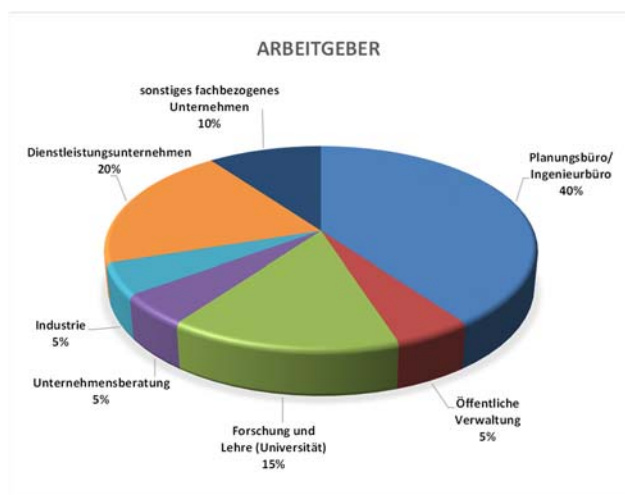


Abbildung 3: Verteilung der Arbeitgeber der BefragungsteilnehmerInnen nach Sektoren

Die Betätigungsfelder spiegeln die Verteilung der AbsolventInnen in den verschiedenen Gebieten wieder, mit den verschiedenen Bereichen des Wasserwesens als häufigste Nennungen.

³ Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Umweltwirtschaftsbericht, Berlin 2011, S 30

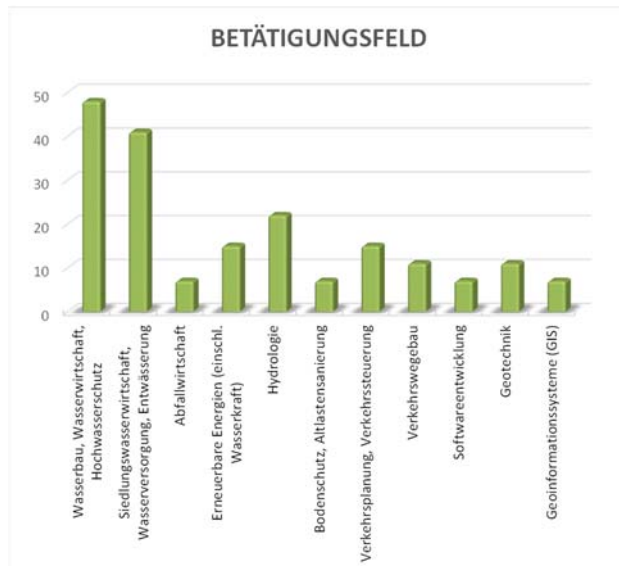


Abbildung 4: Betätigungsfelder der BefragungsteilnehmerInnen nach Fachgebiet (Mehrfachnennung möglich)

Die Darstellung in Abbildung 4 basiert auf vergangene AbsolventInnenbefragungen und spiegelt daher nur das bisherige Spektrum der Vertiefungsrichtungen. Mit laufender Aktualisierung werden die neuen Vertiefungsrichtungen verstärkt abgebildet.

3.2. Nachfrage potenzieller Studierender

Die Gesamtnachfrage für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen setzt sich zusammen aus der Nachfrage der Absolventen des dazugehörigen Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwesen der TUM, aus der Nachfrage internationaler Absolventen aus Bachelor- und Diplomstudiengängen unterschiedlicher Fachrichtungen sowie zu einem geringen Teil aus der Nachfrage der Absolventen anderer Universitäten und Fachhochschulen in Deutschland.

Die Abbildung 5 zeigt das Verhältnis zwischen Bewerbungen und Zulassungen im Masterstudiengang seit dem SS 2011, seit dem die Bewerbung über das TUMonline Portal erfolgt und somit detaillierte Statistikdaten vorliegen. Es wurden nur vollständige Bewerbungen berücksichtigt, welche die Voraussetzungen für die Aufnahme eines Studiengangs in der Bundesrepublik Deutschland erfüllen.

Es ist ersichtlich, dass die Bewerbungsphasen für einen Beginn zum Sommersemester zahlenmäßig schwächer sind als die für das Wintersemester. Dies spiegelt das Ende der Regelstudienzeit der Bachelorstudiengänge zum Ende des Sommersemesters wieder. Die Quote der Zulassungen an den Gesamtbewerbungen liegt im Durchschnitt bei 53%. Der Unterschied zwischen Bewerberzahl und Zulassungen ist Resultat des Eignungsverfahrens, dass nur Bewerber zulässt, die sich in ihrem Vorstudium die erforderlichen Kompetenzen angeeignet haben, die dem Bachelor in Umweltingenieurwesen entsprechen oder sehr ähnlich sind. Die Quote der Immatrikulationen an den Zulassungen liegt im Durchschnitt bei 56%. Der Unterschied ist einerseits durch den nicht fristgerechten Abschluss des Bachelorstudiengangs durch eine nicht zu unterschätzende Anzahl der Zugelassenen, andererseits durch Schwierigkeiten der internationalen Bewerberinnen und Bewerber, nach erfolgreicher Zulassung eine Finanzierung und den Umzug nach München zu organisieren. Das Thema des knappen Wohnraums wird oft als Problem thematisiert.

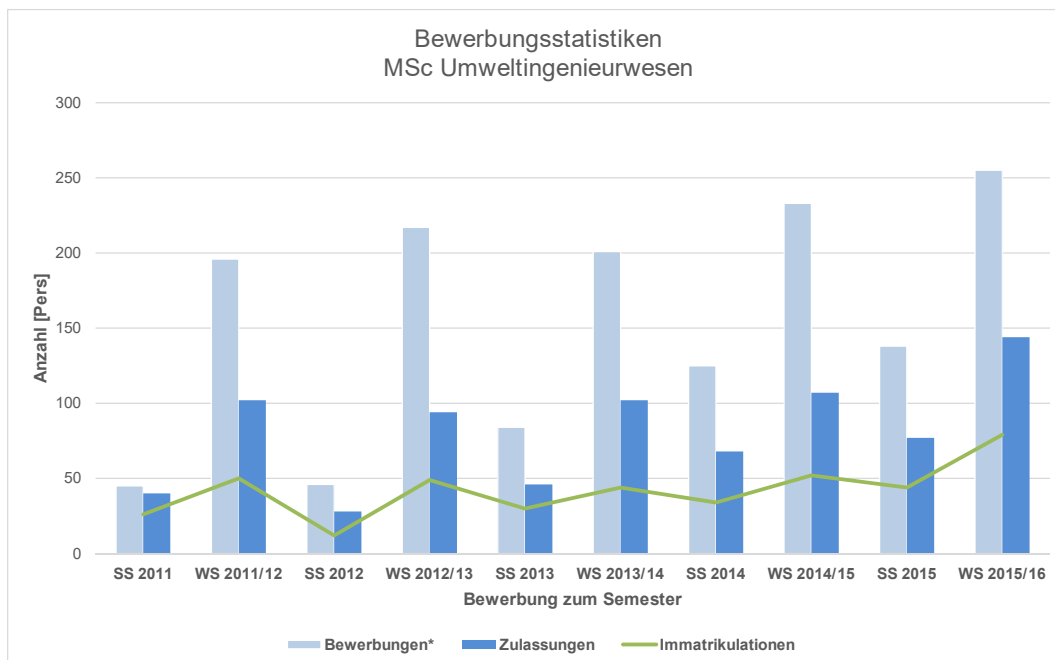


Abbildung 5: Anmeldungen, Zulassungen und Immatrikulationen seit Beginn des Online-Bewerbungsverfahrens⁴; * Es wurden nur Bewerbungen mit erfüllten Studienvoraussetzungen betrachtet

⁴ Quelle: TUMOnline-Statistiken für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen

Der Trend der Studierendenzahlen ist leicht ansteigend und spiegelt den Trend der steigenden Bewerbungszahlen wieder.

3.3. Limitierende Faktoren

Limitierende Faktoren bestehen, wie in jeder Organisation, in der Verfügbarkeit von Räumen und Personal. Aufgrund der Verantwortung der Technischen Universität München als einzige bayerische Universität mit dem Studiengang Umweltingenieurwesen existiert hinsichtlich der Zulassungen keine Beschränkung. Bislang hat es die Fakultät geschafft, der Nachfrage durch entsprechende Bereitstellung von Ressourcen Rechnung zu tragen. Bei der gegenwärtigen Entwicklung der Studierendenzahlen ist eine offizielle Aufstockung der Ressourcen nötig.

3.4. Quantitative Zielzahlen

Die AbsolventInnenzahlen des Masterstudiengangs steigen analog zu den steigenden Immatrikulationszahlen. Während der ersten drei Jahre des Masterstudiengangs gab es noch keine konsekutiv Studierenden, da der gleichnamige Bachelorstudiengang an der Fakultät ebenfalls im WS 2006/07 gestartet ist. Daher war die AbsolventInnenzahl bis zum Sommersemester 2011 gering. Erst nachdem der erste konsekutive Jahrgang den Masterstudiengang absolvierte, fing diese Zahl an, kontinuierlich zu steigen. Sie erreichte im akademischen Jahr 2015 insgesamt 74 AbsolventInnen (Abbildung 6). Die durchschnittliche Studiendauer liegt bei ca. 5 Semester. Der häufigste Grund hierfür ist Absolvieren freiwilliger Praktika im Laufe des zweiten oder dritten Fachsemesters. Trotz der Möglichkeit, ein Praktikum mit einem kreditierten Studienprojekt zu verbinden, nutzen viele Studierende die Möglichkeit, Praktikum und Studienprojekt zu trennen, um mehr Praxiserfahrung zu gewinnen. Auslandsaufenthalte zum Studium führen nicht zwangsläufig zur Studienzeitverlängerung, da die Prozeduren für die Übernahme von Modulen ohne Gleichwertigkeitsprüfung im Masterstudiengang sehr vielfältig sind.

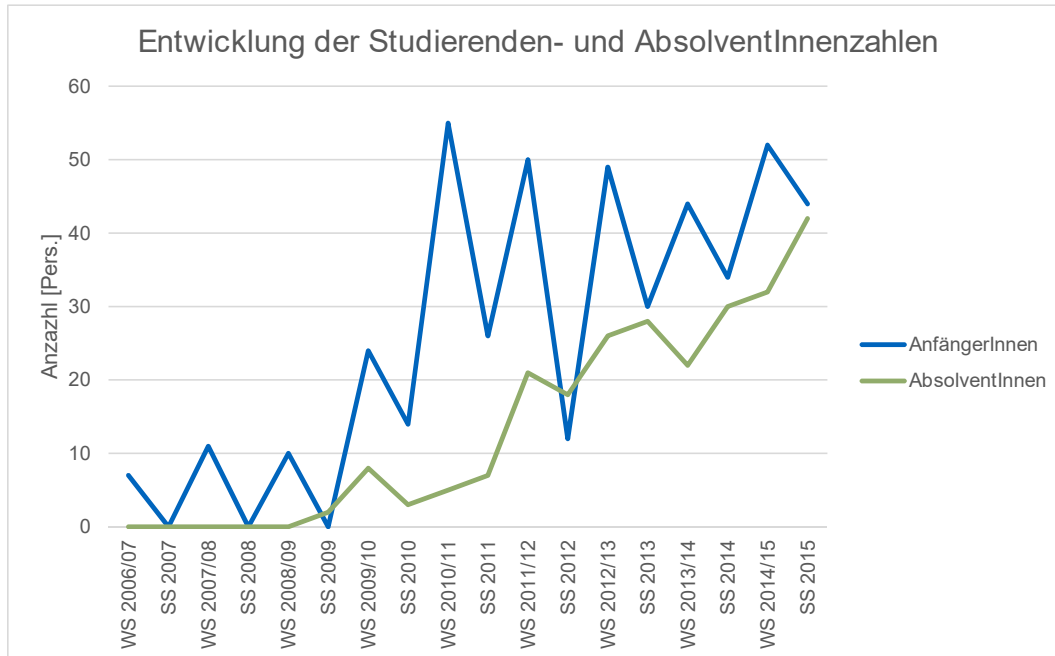


Abbildung 6: Entwicklung der StudienanfängerInnen- und AbsolventInnenzahlen⁵

Die in 3.1 aufgeführten Bedarfszahlen für Bayern geben in Hinblick auf den internationalen Arbeitsmarkt, den der Studiengang bedient, einen Anhaltspunkt darüber, dass die Zahl der AbsolventInnen des Masterstudiengangs durchaus verdoppelt werden kann. Auch, wenn sich noch keine quantitativ verlässliche Aufteilung zwischen Bau- und Umweltingenieuren auf dem Arbeitsmarkt erstellen lässt, zeigen die gute Aufnahme-fähigkeit der AbsolventInnen auf dem Arbeitsmarkt ein deutliches Wachstumspotenzial des Studiengangs.

⁵ Quelle: Auswertung von Zulassungs- und Statusdaten aus TUMonline sowie Papierarchiven der Eignungskommission

4. Wettbewerbsanalyse

4.1. Externe Wettbewerbsanalyse

Die Berufsbilder des Umweltingenieurwesens, das im Ausland seit Jahrzehnten etabliert ist, wurden bisher in Deutschland im Spektrum des Bauingenieurwesens angesiedelt, daher waren die entsprechenden Themenstellungen in den Bauingenieurstudiengängen integriert. Erst in den letzten zehn Jahren hat sich auch in Deutschland das Bewusstsein über die Vervollständigung dieser Themenstellungen in einem eigenständigen Studiengang und dazugehörigen Berufszweig durchgesetzt. Daher werden Bauingenieurstudiengänge aufgrund der mittlerweile belegbaren Abgrenzung zwischen den zwei Studiengängen (s. 4.2.1) hier nicht betrachtet.

Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen ist der einzige universitäre Studiengang dieser Art in Bayern. Wird die angebotene fachliche Breite betrachtet, so ist er auch mit keinem anderen Studiengang im süddeutschen Raum vergleichbar. Die zwei Masterstudiengänge der Universität Stuttgart, die ebenfalls ein hohes Qualitätsniveau aufweisen, haben ihren Fokus auf einen engeren Bereich. Der Studiengang leistet daher einen wesentlichen Beitrag zur strategischen Positionierung der TU München in der deutschen Hochschullandschaft.

Der Studiengang befasst sich mit wichtigen Zukunftsfeldern wie Klimawandel, Naturgefahren, Wassermanagement, Megacities und Energiewende. Durch die Schnittstellen zu anderen Studiengängen wie z.B. Sustainable Resource Management und Power Engineering, bildet er einen integralen Bestandteil ihrer Adressierung durch die TUM. Als besonderes Merkmal gilt dabei die Integration der Umwelt- und Naturwissenschaften in den zentralen Themenfeldern des Zivilingenieurwesens.

In der bundesweiten Hochschullandschaft gibt es zwölf Studiengänge, die mit dem Masterstudiengang Umweltingenieurwesen der TUM als vergleichbar angesehen werden können. Sieben davon haben ähnliche Schwerpunktsetzungen wie der TUM-Studiengang, fünf sind enger gefasst und decken nur einen Teil der hier angebotenen Bandbreite ab. Eine Übersicht ist in Tabelle 2 zu sehen.

Hier muss angemerkt werden, dass eine Vielfalt ähnlich „klingender“ Studiengänge, wie z.B. Umweltmanagement oder Umwelttechnik existieren. Diese zielen in der Re-

gel lediglich auf die Abschätzung von Umweltfolgen, die Beschreibung von Ökosystemen oder sie beschäftigen sich mit speziellen umwelttechnischen Fragestellungen anderer Disziplinen wie z.B. der Betriebs- bzw. Volkswirtschaft oder des Maschinenwesens. Diese sind mit den Masterstudiengängen in Umweltingenieurwesen nicht vergleichbar, da ihnen die Betrachtung der zentralen Felder des Zivilingenieurwesens mit der Umwelt sowie die Entwicklung konkreter Technologielösungen fehlen.

Tabelle 2: Vergleichbare Studiengänge in Deutschland

Abschluss	Name des Studiengangs	Universität
MSc	Umweltingenieurwesen	RWTH Aachen
MSc	Umweltingenieurwesen	TU Cottbus
MSc	Umweltingenieurwesen	Universität Kassel
MSc	Umweltingenieurwesen	TU Braunschweig
MSc	Wasser- und Umweltingenieurwesen	TU Hamburg-Harburg
MSc	Umweltingenieurwissenschaften	TU Darmstadt
MSc	Umweltingenieurwissenschaften	Bauhausuniversität Weimar
MSc	Air Quality Control, Solid Waste and Waste Water Process Engineering (WASTE)	Universität Stuttgart
MSc	Water Resources Engineering and Management (WAREM)	Universität Stuttgart
MSc	Wasser-, Umwelt- und Küsteningenieurwesen	Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
MSc	Wasser und Umwelt	Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
MSc	Entsorgungsingenieurwesen	RWTH Aachen

 Studiengänge mit vergleichbarer Bandbreite zum MSc Umweltingenieurwesen TUM

 Studiengänge mit teilweise Abdeckung der Bandbreite des MSc Umweltingenieurwesen TUM

4.2. Interne Wettbewerbsanalyse

Innerhalb der TUM besteht eine historisch bedingte Verwandtschaft mit dem Masterstudiengang des Bauingenieurwesens und darüber hinaus mit den ebenfalls aus dem Bauingenieurwesen entstandenen Masterstudiengängen Transportation Systems.

4.2.1. Abgrenzung zum Masterstudiengang Bauingenieurwesen

Das Bauingenieurwesen weist 20 unterschiedliche Vertiefungsrichtungen, von denen die Studierende vier wählen können und so ihr Spezialisierungsprofil festlegen. Die Vertiefungsrichtungen des Bauingenieurwesens wie „Wasserbau und Wasserwirtschaft“, „Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft“, „Hydromechanik“ und „Verkehrstechnik und Verkehrsplanung“ weisen thematische Überschneidungen mit den Vertiefungsrichtungen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen auf, welche den technologischen Teil des jeweiligen Themengebiets betreffen. Das Umweltingenieurwesen weist jedoch erhebliche Unterschiede auf - sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Sicht.

Die vertikale Sicht, der die themenspezifischen Inhalte repräsentiert, umfasst beim Umweltingenieurwesen mehrere Kernelemente, die dem Bauingenieurwesen fehlen:

- die vertiefenden naturwissenschaftlichen Grundlagen aus Chemie, Mikrobiologie, Geologie/ Hydrogeologie, Klimatologie
- die Betrachtung der Elemente Boden, Wasser und Luft aus einer Prozess- und Systemperspektive als der rein konstruktiv-technologischen Perspektive des Bauingenieurwesens. Dies umfasst Themen der stofflichen Güte der Elemente, ihrer Umwandlungen sowie ihrer Funktion als Lebensraum, als Ressource und als Ökosystem
- das Themenfeld der Naturgefahren und ihrer Abschätzung bzw. ihr Management

In der horizontalen Sicht, welche für Querschnittfragestellungen und Grundqualifikationen steht, weist das Umweltingenieurwesen Anforderungen auf, die für das Bauingenieurwesen von geringer Relevanz sind:

- erweiterte Laborkompetenzen
- Erhebungskompetenzen im Gelände
- vertiefende Methoden der Datenerfassung aus klassischer Geodäsie, Photogrammetrie, Fernerkundung, Satellitenvermessung
- Verarbeitung, Monitoring und Visualisierung umweltrelevanter Geodaten

Die Gemeinsamkeiten beider Studiengänge sind nicht als Dopplung zu verstehen. Sie fördern vielmehr das interdisziplinäre Verständnis und erleichtern spätere Zusammenarbeit, die sich aus der Natur ihrer Aufgaben aber auch aus der unterschiedlichen Betrachtungsrichtung des Arbeitsumfelds zwangsläufig ergeben wird.

4.2.2. Abgrenzung zum Masterstudiengang Transportation Systems

Zwei Vertiefungsrichtungen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen weisen zu einem Teil eine Überschneidung mit dem Masterstudiengang Transportation Systems auf. Die Zielsetzungen beider Studiengänge sind jedoch grundverschieden. Transportation Systems bildet klassische Verkehrsingenieure aus, die eine interne, technologische Sicht auf das System Mobilität und Verkehr aufweisen. Das Umweltingenieurwesen bildet Ingenieure aus, die sich auf die Wechselwirkung zwischen natürlicher und technischer bzw. bebauter Umwelt fokussieren. In diesen Wechselwirkungen bildet der Verkehr einen von mehreren Teilaspekten. Neben der klassischen „internen“ Sicht der Verkehrsingenieure wird auch eine „Externe“ Sicht mit Querverbindungen benötigt. Daher bilden sie den strategischen Bezug zwischen Siedlungsplanung und dem Verkehrswesen einerseits aber auch andererseits den Stadtinfrastruktursystemen und dem Energie-/ Ressourcenverbrauch der Stadt.

Die verkehrsrelevanten Vertiefungsrichtungen des Umweltingenieurwesens befasst sich mit den Umweltproblemen urbaner Räume aus einer gesamtheitlichen Sicht, in der neben dem Verkehr auch Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft sowie die Ressourceneffizienz tragende Rollen spielen. Die gemeinsamen Teile liefern den Umweltingenieuren das nötige planerische und technologische Instrumentarium, um den verkehrlichen Teil urbaner Fragestellungen zu begegnen.

5. Aufbau des Studiengangs

Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen besteht aus vier Semestern, in deren Verlauf mindestens 120 ECTS erlangt werden.

5.1. Entwicklung der Studiengangsstruktur

Der Studiengang wurde zum WS06/07 nach ADPO eingeführt. Die erste Version der Studiengangsstruktur sah einen Gesamtkatalog aller Wahlpflichtmodule und einen Gesamtkatalog der Wahlmodule vor. In diesen Katalogen fanden sich die übergreifenden Kompetenzen des Umweltingenieurwesens, welche die allgemeine Datenerfassung - Datenverarbeitung - Datenmodellierung - Datenvisualisierung umfassen, sowie alle berufsbildbezogenen Spezialisierungen des Umweltingenieurwesens. Die Studierenden sollten nach den eigenen Interessen und Neigungen sowohl die eigene Spezialisierung als auch die Balance zwischen den übergreifenden und den berufsbildenden Kompetenzen finden.

Im Zuge der Modularisierung der Studiengänge und der Einführung der neuen AP-SO, wurden Überlegungen zur Umstrukturierung des Masterstudiengangs angestellt. In Zusammenarbeit mit den Studierenden und unter Beteiligung der Fakultät für Umweltingenieurwesen der Danmarks Tekniske Universitet (DTU), mit der eine intensive Kooperation besteht, wurden neue Leitlinien für den Studiengang entwickelt. Zum einen wurden die übergreifenden und die berufsbildenden Kompetenzen in getrennten Katalogen aufgeführt, so dass von vornherein die Studierenden die Zielrichtung der Module erkennen können. Sie werden so in die Lage versetzt gleichermaßen berufsbildend vertiefungsorientiert aber auch übergreifend querbezugsorientiert zu studieren und eine ausgewogene Mischung aus beiden Kategorien herstellen zu können. Zum anderen wurden vier Spezialisierungsrichtungen, sog. „Fields of Study“ eingeführt, welche ein erkennbares und gegenüber potenziellen Arbeitgebern vermittelbares berufsbildendes Profil darstellten. Der einst sehr umfangreiche Gesamtkatalog der Module wurde daher in einem übergreifenden Katalog „Cross Cutting Methods, Technologies and Fundamentals“ und vier spezialisierten Katalogen der Fields of Study unterteilt:

- Urban Environments and Transportation

- Environmental Hazards and Resources Management
- Environmental Quality and Renewable Energy
- Energy Performance and Sustainability of Buildings

Innerhalb des gewählten Field of Study konnten die Studierenden wieder nach Ihren speziellen Neigungen Wahlpflicht- und Wahlmodule wählen. Die neue Struktur wurde zum Wintersemester 2011/12 eingeführt und wurde durch die Studierenden im Vergleich zur vorigen gut angenommen. Durch diese Struktur bzw. durch die Wahl eines Field of Study wurde es möglich, den recht breiten thematischen Raum hinsichtlich des späteren Qualifikationsprofils und den schwerpunktmäßigen Tätigkeitsfeldern eines Umweltingenieurs zu bündeln und so eine bessere, spezialisierende sowie individuelle Profilbildung zu ermöglichen.

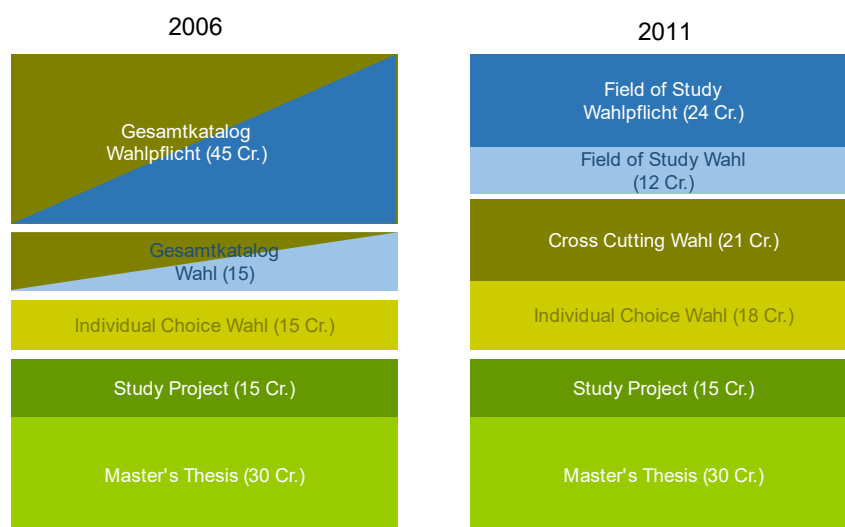


Abbildung 7: Übergang von der FPO2006 zur FPSO2011

In den Jahren zwischen 2011 und 2014 wurde Erfahrung mit der neuen Struktur gesammelt. Parallel wurden dazu Diskussionen mit Vertretungen von Arbeitgebern aber auch der übrigen universitären Landschaft durchgeführt bzw. verfolgt, die zu einer Schärfung bzw. Ausweitung der Berufsbilder führten. Diese Erfordernisse fanden auch innerhalb der Fakultät in einen intensiven Ausbau von neuen, thematisch relevanten Gebieten des Umweltingenieurwesens Niederschlag. Zu nennen sind hier die Gebiete Siedlungswasserwirtschaft, Hydrologie, Hydrogeologie, Bodenordnung und

Landentwicklung, räumliche Mobilität und Verkehrssystemtechnik. S Diese Ausweitung der fakultätsseitigen Kompetenzfelder kann nun die Breite der bestehenden Fields of Study verstärken und ausbauen.

Durch intensive Gespräche mit den Studierenden und innerhalb des Professoriums wurde in einem Zeitraum von zwei Jahren über Verbesserungsbedarf in der Struktur des Studiengangs diskutiert, zumal die Bündelung in vier Fields of Studies auch angesichts der neu hinzugekommenen, relevanten Themengebiete für die Profilbildung nicht mehr ausreichend zielgerichtet war. Die eingeführten Fields of Study - das jeweils angestiegende Modulangebot - waren inzwischen thematisch zu breit gefächert. Hinsichtlich gewünschter Schwerpunktsetzung im Studium und neu entstandener Tätigkeitsprofile waren sinnvolle Kombinationen von Fachkompetenzen und Fähigkeiten in der bestehenden Struktur des Masterstudiengangs zum Teil nicht möglich. Viele Studierende hatten zudem Schwierigkeiten, ihr gewünschtes Berufsbild zu erkennen. Diese Breite in Kombination mit den starren Grenzen der Fields of Study führte in einigen Bereichen sogar dazu, dass nicht zusammengehörende Kompetenzfelder zusammen studiert werden mussten während andere sinnvollere Kombinationen nicht möglich waren oder in einer Verlängerung des Studiums resultierte, um sich so die gewünschte fachliche Tiefe anzueignen. Dieses Defizit wurde auch von Arbeitgebern, die Umweltingenieure der TUM eingestellt haben, geäußert.

Für die Weiterentwicklung des Studiengangs wurden daher folgende Leitlinien festgelegt:

- Die Fields of Study sollen klar erkennbare Leitbilder bekommen, die sich in Berufsbildern kombinieren lassen
- Es sollen alle sinnvollen Kombinationen von Leitbildern möglich sein
- Das Modulangebot in den Fields of Study soll zielgerecht, transparent und so konzipiert sein, dass eine fachliche Kompetenz in diesen Spezialisierungen erworben werden kann
- Die Multidisziplinarität der Fields of Study soll beibehalten werden, wo sie dem zugehörigen Leitbild nutzt

- Die Betreuung von Studierenden wird durch die Nominierung von Koordinatoren einzelner Fields of Study weiter verbessert

Die Ergebnisse der Restrukturierung sind im Folgenden Abschnitt beschrieben.

5.2. Strukturierung

Die Struktur des Studiengangs, die ab dem WS 2016/17 gilt, wird in Abbildung 8 verdeutlicht.

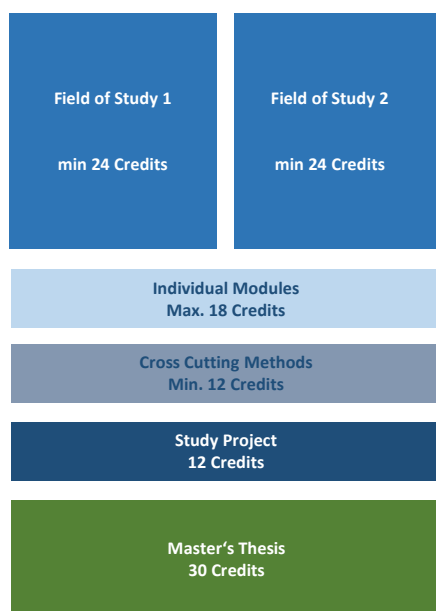


Abbildung 8: Struktur des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen (ab WS 2016/17)

Die Fields of Study sind enger gefasst als in der Überarbeitung von 2011. Jedes hat ein eindeutiges Leitbild und wird von jeweils einer kleinen Anzahl an Lehrstühlen der Fakultät gestaltet, die thematisch innerhalb dieses Leitbildes stehen. Die Anzahl an Credits im Bereich der Spezialisierung wurde von seinerzeit mindestens 36 auf mindestens 48 erhöht, um eine bessere Vertiefung zu gewährleisten.

Im ersten Semester wählen die Studierenden zwei aus elf möglichen Fields of Study. Die Orientierung dazu findet für die konsekutiv studierenden bereits im Rahmen der Grundmodule des Bachelorstudiengangs statt. Für alle studierenden des Masterstudiengangs stehen aber auch Mentoren aus der Reihe der fachkundig Prüfenden der

Fakultät, welche die Studierenden bei ihrer Wahl beraten und diese auch in detaillierten Fragen im Laufe des Studiums, z.B. zur geschickten Wahl von Modulen, zur Seite stehen. Durch diese Kombination wird ein erkennbares Berufsbild zusammengesetzt, das eine breite Auswahl an Betätigungsfeldern in einer definierten Branche des Umweltingenieurwesens erlaubt.

Die Fields of Study sind:

1. Urban Water Engineering
2. Water Resources Management
3. Hydraulic Engineering
4. Hydrogeology, Groundwater and Geothermal Energy
5. Modelling and Measurement of Flow and Transport
6. Resource Efficiency in Urban Planning
7. Environmental Geotechnics
8. Environmental Hazards and Risk
9. Sustainable Urban Mobility Planning
10. Transportation Engineering and Control
11. Water-Food-Energy Nexus

Zur Erlangung grundlegender Kompetenzen besteht ein für Studierende aller Vertiefungsrichtungen gemeinsamer Teil des Curriculums aus übergreifenden Methoden (Crosscutting Methods).

5.3. Leistungen

5.3.1. Leistungsvorgaben

Aus Prüfungsmodulen sind insgesamt 78 ECTS zu erbringen, untergliedert in:

- Aus den gewählten Vertiefungsrichtungen: min. 48 ECTS, davon je Vertiefungsrichtung 12 aus Pflichtmodulen und min. 12 aus Wahlmodulen
- Übergreifenden Methoden: min. 12 ECTS aus Wahlmodulen
- Individuelle Module: max. 18 ECTS aus dem Gesamtangebot der TUM als Wahlmodule nach individueller Beratung mit einem Mentor/ einer Mentorin

Hinzu kommen 12 ECTS aus einem praxisnahen Projektstudium (Study Project) und 30 ECTS aus der Master's Thesis.

Die Pflichtmodulkataloge bilden den Kern jeder Spezialisierung und umfassen die jeweiligen Kernkompetenzen, die alle AbsolventInnen in der jeweiligen Vertiefungsrichtung aufweisen müssen. Der Pflichtcharakter soll dies sicherstellen, wodurch aber die Wahlfreiheit der Studierenden nicht eingeschränkt wird. Sie besteht in hohem Maße durch die Auswahl der Vertiefungsrichtung selbst und des Weiteren in den Wahlmodulkatalogen.

Die Wahlmodulkataloge werden laufende unter der Ägide des Prüfungsausschusses und nach Diskussion in der Studienkommission aktualisiert. Sie bieten eine Vielfalt aus Lehrformen zur Vertiefung des theoretischen Wissens in bestimmten gebieten, aber auch vielfach praxisorientiert, um die anwendungs- und Laborkompetenzen zu schärfen. Die Modulgrößen sind zum Teil variierend und bieten auch die durch die Studierenden ausdrücklich begrüßte Chance, auch eine höhere Flexibilität und Wahlmöglichkeit zu erreichen. Die Möglichkeit den Studiengang mit einer minimalen Anzahl an Prüfungen pro Semester zu bestreiten ist jedoch für eine Vielzahl von Modulkombinationen gegeben.

Ziel des Study Projects ist die Vermittlung von Anwendungskompetenzen anhand einer umfangreichen, realistischen Aufgabenstellung, die Bestandteil der täglichen Tätigkeit der UmweltingenieurInnen ist. Die Aufgabenstellung wird durch fachkundig Prüfende der Fakultät aufgestellt. Die Methodik des Projekts wird aus Standard-Vorgehensweisen ausgewählt und auf die Erfordernisse der Aufgabenstellung angepasst. Die Bearbeitung findet dann entweder am jeweiligen Lehrstuhl oder in einem der Fakultätseigenen Labore statt. Die Studierenden werden jedoch auch dabei unterstützt ein Study Project in Zusammenarbeit mit einem Unternehmen auszuarbeiten, das akademisch von einem Lehrstuhl der Fakultät betreut wird. Dies bietet den Studierenden die Möglichkeit freiwillige Praktika ohne Zeitverlust in ihr Studium zu integrieren.

Die Master's Thesis ist die Abschlussarbeit des Studiengangs. Es handelt sich um die selbstständige, wissenschaftliche Bearbeitung einer oder mehrere Forschungsfragen. Das Thema wird durch fachkundig Prüfende der Fakultät aufgestellt, welche die Studierenden betreuen. In Abgrenzung zum Study Project, müssen die Studie-

renden in der Master's Thesis die Forschungsfragen selbstständig in einer wissenschaftlichen Methodik transferieren und diese fundiert und reproduzierbar beantworten.

5.3.2. Studierbarkeit

Die Möglichkeiten zur Gestaltung des Studienplans und Verteilung der Leistungen sind vielfältig. Die Abbildung 9 zeigt in allgemeiner Form eine von vielen Möglichkeiten, einen Semesterplan zu gestalten, basierend auf die in den verschiedenen Bereichen angebotenen Modulgrößen.

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Pflichtmodul FoS 1 6 Credits	Pflichtmodul FoS 2 6 Credits	Wahlmodul FoS 2 6 Credits	Master's Thesis (30)
Pflichtmodul FoS 2 6 Credits	Pflichtmodul FoS 2 6 Credits	Individuelles Modul 6 Cr	
Wahlmodul FoS 1 6 Credits	Wahlmodul FoS 1 6 Credits	Individuelles Modul 6 Cr	
Wahlmodul aus Cross Cutting Methods 6 Credits	Wahlmodul FoS 2 6 Credits	Study Project (12)	
Wahlmodul aus Cross Cutting Methods 6 Credits	Individuelles Modul 6 Cr		
30 Credits 5 Prüfungen	30 Credits 5 Prüfungen	30 Credits 4 Prüfungen	30 Credits 1 Prüfung

Abbildung 9: Generelle Struktur des Studiums im Masterstudiengang Umweltingenieurwesen

In der Regel ergeben sich in den ersten zwei Semestern jeweils fünf Modulprüfungen. Durch das Study Project und die Master's Thesis ist die Prüfungsanzahl in den letzten zwei Semestern weniger als fünf. Die Creditanzahl ist dabei stabil bei 30 Credits pro Semester. In bestimmten Vertiefungskombinationen können sich durch zweisemestrige Veranstaltungen Schwankungen dieser Zahlen ergeben, die sich jedoch

im Folgesemester ausgleichen. Die maximale Anzahl an Prüfungen übersteigt nie die sechs.

Spezifische Musterstudienpläne für ausgewählte Kombinationen von Fields of Study sind im Anhang I zu finden.

5.4. Profilbildung und Schwerpunktsetzung

Die Strukturierung des Studiums in „Field of Study“ und „Übergreifende Methoden“ bietet eine ausgewogene Balance zwischen einem wiedererkennbaren Qualifikationsprofil, der für eine spätere Positionierung am Arbeitsmarkt unerlässlich ist, und der Möglichkeit, für die Studierenden entsprechend den eigenen Neigungen und Bedürfnissen ein individuelle Gestaltung des Studienprofils vorzunehmen. So bietet die Kombinationsmöglichkeit von zwei Vertiefungsrichtungen sowie die individuelle Wahlmöglichkeit von Modulen aus dem Gesamtangebot des Studiengangs und der TUM, die Chance klare Schwerpunkte zu setzen und dennoch eine interdisziplinäre Herangehensweise an die eigene Spezialisierung herzustellen. Mit Blick auf einen späteren Arbeitgeber erhalten die Studierenden dabei leicht zu vermittelnden Spezialisierungstiteln. Die Zusammensetzung der „Übergreifenden Methoden“ aus Wahlfächern geben den Studierenden die Möglichkeit, Module auszusuchen, die einerseits für ihre Vertiefungsrichtung besonders relevant sind, andererseits schaffen sie eine gewisse Homogenisierung des Grundwissens unter den Studierenden mit unterschiedlichem fachlichen Hintergrund.

Zur Sicherung der Qualität des daraus resultierenden individualisierten Studienplans besteht die Pflicht, diesen in Zusammenarbeit mit einem Mentor/ einer Mentorin aus den Reihen der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt zu erstellen.

5.5. Lern- und Lehrformen

Im Curriculum ist eine Vielfalt aus unterschiedlichen Lehr- und Lernformen vorgesehen. Wahlpflichtfächer werden häufig in der Form klassischer Vorlesungen und Übungen angeboten, ergänzt jedoch in vielen Fällen um Seminar und Gruppenarbeiten. Dadurch soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben, sich neben der typischen Prüfungsvorbereitung mit einem spezifischen Thema aus dem Modul vertieft und eigenständig auseinanderzusetzen. Im Wahlfachbereich finden sich verstärkt

Seminararbeiten, Laborpraktika, Rechnerübungen und Feldübungen im Gelände. Diese nutzen einerseits die niedrigeren Teilnehmerzahlen aus, um eine individuellere und somit effektivere Betreuung zu gewährleisten, andererseits bietet die praktische („Hands On“) Tätigkeit ein tieferes Verständnis der Materie als die rein theoretische Betrachtung.

An Stelle eines verpflichtenden Praktikums ist ein praxisnahes Studienprojekt vorgesehen, das über ein oder mehrere Semester hinweg bearbeitet werden kann. Dieses kann in Zusammenarbeit mit einem Partner aus Wirtschaft oder Verwaltung erfolgen, der wesentliche Unterschied zu einem reinen Industriepraktikum ist jedoch die Verpflichtende Co-Betreuung mit einem Lehrstuhl der Fakultät. Diese soll die Qualität der zu leistenden praktischen Tätigkeit und der erarbeiteten Dokumentation sichern.

5.6. Mobilität

Internationalität spielt im Umweltingenieurwesen aufgrund der globalen Dimension der betrachteten Aufgabenfelder eine besonders wichtige Rolle. Der Masterstudien-gang bietet daher vielfältige Möglichkeiten eines Auslandsaufenthaltes. Der Zeitpunkt kann dabei individuell gewählt werden, für Bachelorabsolventen der TUM bereits zum ersten Semester oder – z.B. wenn noch einzelne Prüfungen aus dem Bachelorstudium abgelegt werden müssen - im Übergang zwischen Bachelor- und Masterstudium, mit Inhalten des Masterstudiums.

5.6.1. Auslandssemester und Auslandspraktika

Der auf ein oder zwei Semester begrenzte Aufenthalt im Ausland zu Studienzwecken wird durch ein vereinfachtes Verfahren zu Anerkennung von Prüfungsleistungen begünstigt. Wenn der Studienplan im Vorfeld des Auslandsaufenthaltes mit einem Mentor aus der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt abgestimmt wurden, können Leistungen bis zu 30 ECTS aus Wahlmodulen ohne weitere Gleichwertigkeitsprüfung anerkannt werden. Darüber hinaus können die Pflichtmodule ebenfalls durch den zuständigen Lehrstuhl aus im Ausland erbrachten Leistungen anerkannt werden. Hierzu ist findet eine Gleichwertigkeitsprüfung auf Grundlage der jeweiligen Modulbeschreibung durch den verantwortlichen Lehrstuhl statt. Auf diese Weise wird die Hemmschwelle eines drohenden Zeitverlustes durch einen Auslandsaufenthalt erheblich entschärft. Die hohe Qualität der Ausbildung als Umweltingenieur TUM wird durch

die Gleichwertigkeit der zu aner kennenden Pflichtmodule und die vorausschauende Planung der frei zu übernehmenden Wahlmodule in Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Mentor sichergestellt.

Auslandsaufenthalte zu Praktikumszwecken führen oft zu einer Verlängerung der Studienzeit, da bei universitären Studiengängen ein reines Praxissemester nicht vorgesehen ist. Durch die Bearbeitung des Studienprojekts im Rahmen eines Auslandspraktikums können 12 ECTS an Leistung anerkannt werden und so der reelle Zeitverlust zu einem großen Anteil ausgeglichen werden.

Unter anderem aufgrund der hohen Anzahl an internationalen Bewerbern hat es jedoch wenig Sinn einen Auslandsaufenthalt verpflichtend vorzugeben. Dennoch werden alle Studierenden zu einem solchen Aufenthalt ermutigt.

5.6.2. 1:1 Programm mit der DTU Kopenhagen

Studierende der Fachrichtung Umweltingenieurwesen können entweder ihr erstes oder ihr zweites Studienjahr in der Partneruniversität verbringen und Leistungen im Umfang von mindestens 60 ECTS erbringen. Im ersten Studienjahr umfassen diese Leistungen 60 ECTS aus Veranstaltungsmodulen, im zweiten Studienjahr entfallen 30 ECTS auf die Master's Thesis. Der genaue Studienplan wird an der Fakultät mit einem Mentor und der Studiengangskoordination abgestimmt. Die Teilnehmer des Programms erhalten einen entsprechenden Zusatz in Ihrem Abschlusszeugnis.

5.6.3. Double Degree mit der KTH Stockholm

Das Double Degree Programm im Umweltingenieurwesen mit der KTH in Stockholm basiert auf ein Abkommen zwischen den zwei Universitäten aus dem Jahr 2011. Das Abkommen sieht eine gegenseitige Anerkennung von 60 Credits vor, wodurch sich eine Regelstudienzeit von 3 Jahren (180 Credits) für beide Abschlüsse ergibt.

6. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

6.1. Organisatorische Anbindung

Der Studiengang wird durch die Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt angeboten. Diese steht auch in der Gesamtverantwortung des Studiengangs. In der Lehre sind in kleinem Umfang auch das Wissenschaftszentrum Weihenstephan, die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik und das MCTS beteiligt. Im Einzelnen sind folgende Lehrstühle und Fachgebiete in der Lehre beteiligt:

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen	Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt
Focus Area Modeling-Simulation-Processes	Focus Area Geodesy
Lehrstuhl für Baumechanik	Lehrstuhl für Geodäsie
Lehrstuhl für Computation in Engineering	Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung
Fachgebiet für Hydromechanik	Fachgebiet für Geoinformationssysteme
Fachgebiet für Computergestützte Modellierung und Simulation	Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie
Focus Area Construction	Lehrstuhl für Kartographie
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion	Fachgebiet für Photogrammetrie und Fernerkundung
Lehrstuhl für Bauphysik	Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Stiftungslehrstuhl für Energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen	Department für Ökologie und Ökosystemmanagement
Fachgebiet Risikoanalyse und Zuverlässigkeit	Lehrstuhl für Bodenkunde
Focus Area Hydro- & Geosciences	Lehrstuhl für Bodenökologie
Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau	Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Lehrstuhl für Ingenieurgeologie	Institut für Energietechnik
Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung	Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik
Fachgebiet Hydrogeologie und Geothermie	Munich Centre for Technology in Society
Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft	
Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft	
Fachgebiet Hydrologie und Flussgebietsmanagement	
Focus Area Mobility and Transportation Systems	
Lehrstuhl für Verkehrstechnik	
Lehrstuhl für Verkehrswegebau	
Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung	
Juniorprofessur für Mobilität, Transport und Verkehr	

Abbildung 10: Im Studiengang beteiligte Lehrstühle und Fachgebiete nach Fakultäten

6.2. Zuständigkeiten

Für die Organisation der Studiengänge, die laufende Qualitätssicherung der Studiengänge sowie die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen und der Bewerbungsverfahren sind verschiedene Gremien der Fakultät zuständig.

6.2.1. Eignungskommission für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen

Die Aufgaben der Eignungskommission sind im Wesentlichen die Beurteilung der Bewerbungen für den Masterstudiengang und die Auswahl der Studierenden für das kommende Semester. Die Kommission besteht aus einer festen Gruppe von Professoren und fachkundig Prüfenden der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt, deren Lehrstühle maßgeblich in der Lehre im Bachelor- und Masterstudiengang involviert sind.

Die Kommission trifft sich in regelmäßigen Abständen von Januar bis Juli und evaluiert die kontinuierlich eintreffenden Bewerbungen. Dabei wird jede Papierbewerbung von mindestens zwei Mitgliedern der Kommission evaluiert. Im Anschluss an die Sitzungen werden persönliche Interviews mit Bewerbern geführt. Diese werden aufgrund der Distanz zu den oft im Ausland lebenden Bewerbern per Videokonferenz durchgeführt. Hierfür sind jeweils ein Kommissionsmitglied und ein fachkundiger Beisitz sowie auf Wunsch eine studentische Vertretung verantwortlich.

Die Eignungsverfahren sind wie alle Elemente des Studiengangs im ständigen Qualitätssicherungs- und Bewertungsprozess der Fakultät im Rahmen der Studienkommission und des Professoriums inbegriffen. Sie werden in regelmäßigen Abständen auf ihre Aktualität und Sinnhaftigkeit überprüft und ggf. angepasst.

6.2.2. Studienkommission für das Bau- und Umweltingenieurwesen

Die Studienkommission für das Bau- und Umweltingenieurwesen ist das maßgebliche Diskussionsgremium für alle Belange der Studiengänge Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen, Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen und Transportation Systems. Sie wird gleichmäßig besetzt durch Professoren, Wissenschaftliche Mitarbeiter, Prüfungsverwaltungen und Vertretern der Studierenden.

Die Aufgaben der Studienkommission sind in einer Geschäftsordnung festgehalten, die von Fakultätsrat verabschiedet wurde und auf deren Grundlage der Fakultätsrat

einzelne seiner Aufgaben der Studienkommission delegiert hat. Im Wesentlichen werden in der Studienkommission Fragen zur Qualität, Funktionsfähigkeit, Problemen und Entwicklungsmöglichkeiten der Studiengänge diskutiert. Die Ergebnisse der Diskussionen können Beschlüsse zur Operationalisierung der Fachprüfungsordnung und zur Regelung verwaltungstechnischer Abläufe herbeiführen. Die Studienkommission kann Satzungsänderungen Anregen bzw. ist das Gremium, in dem geplante Satzungsänderungen mit den Studierendenvertretern diskutiert werden. Ferner werden in der Studienkommission im Auftrag der Prüfungsausschüsse und des Fakultätsrats die Wahlfachkataloge der Studiengänge aktualisiert und neue Module genehmigt.

6.2.3. Prüfungsausschuss für das Umweltingenieurwesen

Der Prüfungsausschuss für das Umweltingenieurwesen ist das Gremium, das den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfungen sichert, sich um die allgemeine Prüfungsleistung des Studiengangs kümmert und den Studienfortschritt der Studierenden monitort. Er tritt halbjährlich zu Beginn jedes Semesters zusammen und schließt offiziell die vorangegangene Prüfungsperiode ab. Er hat die Aufgabe, Härtefallanträge von Studierenden, die unverschuldet nicht mehr in der Lage sind, einen normalen Studienfortschritt zu leisten, zu bewerten und zu entscheiden. Das Gremium besteht aus ProfessorInnen und fachkundig Prüfenden der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt mit maßgeblicher Beteiligung im Studiengang.

6.2.4. Studienqualitätskommission der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Die Studienqualitätskommission der Fakultät hat das Ziel, die Evaluationen von Lehrveranstaltungen durchzuführen sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Lehre zu bündeln und sie mit Nutzung der Studienmittel zu fördern. Die Kommission besteht aus jeweils einem Vertreter/einer Vertreterin aus jeder Focus Area der Fakultät, dem Studiendekan sowie Vertreter der Studierenden. Sie verfügt über ein Onlinesystem zum Qualitätsmanagement, was Auswahl der zu evaluierenden Veranstaltungen, Durchführung und Auswertung von Online-Evaluationen sowie die Einreichung und Strukturierung von Förderanträgen für Qualitätssteigernden Maßnahmen ermöglicht. Die Kommission tritt in regelmäßigen Abständen zusammen, evaluiert und bearbeitet die Förderanträge. Die Ergebnisse der Lehrevaluation werden den betroffenen Do-

zenten bekanntgegeben und können durch diese aktiv in Diskussionen mit den Studierenden sowie in der Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen einbezogen werden. Ergebnisse der Studiengangsevaluation werden im Rahmen der Studienkommission diskutiert.