



Studiengangsdokumentation

Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt, Technische Universität München

Bezeichnung: Umweltingenieurwesen

Organisatorische Zuordnung: Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Abschluss: Bachelor of Science (B.Sc.)

Regelstudienzeit : 6 Semester / 180 Credits

Studienform: Vollzeit

Zulassung: zulassungsfrei

Starttermin: Einführung WS 06/07
hier beschrieben 3. Neufassung WS 19/20

Sprache: Deutsch

Studiengangverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes

Ergänzende Angaben für besondere Studiengänge: Keine

Ansprechperson(en) bei Rückfragen: Studiengangs Koordination
Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos
E-Mail.: tsakarestos@tum.de
Tel.: 089 289 22424

Version 20191.0 Datum 14.01.2019

Der Studiendekan Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein



Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	2
1.1	Zweck des Studiengangs	2
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	3
1.2.1	Bauen	3
1.2.2	Infrastruktur	4
1.2.3	Umwelt.....	4
1.2.4	Planet Erde.....	4
1.3	Einordnung des Studiengangs	5
2	Qualifikationsprofil	7
2.1	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen.....	7
2.2	Naturwissenschaftliche Grundlagen.....	7
2.3	Übergreifende Kompetenzen des Umweltingenieurwesens	7
2.4	Berufsbildbezogene Kompetenzen des Umweltingenieurwesens	8
2.5	Allgemeinbildende und überfachliche Kompetenzen	9
2.6	Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten.....	9
3	Bedarfsanalyse	10
4	Wettbewerbsanalyse	13
4.1	Externe Wettbewerbsanalyse.....	13
4.2	Interne Wettbewerbsanalyse	15
5	Aufbau des Studiengangs	16



1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Menschliche Aktivität ist durch eine Vielzahl von Wechselwirkungsmechanismen mit der Umwelt verbunden. Durch die Nutzung von Rohstoffen, die Energiegewinnung, der Bau von Siedlungen und Infrastruktur, oder die wirtschaftliche Tätigkeit gehen eine Vielzahl an Interaktionen mit der Umwelt einher. Im Gegenzug können natürliche Phänomene Gefahren für die menschliche Aktivität und das menschliche Leben darstellen. Das Umweltingenieurwesen befasst sich im Kern mit genau diesen Wechselwirkungen zwischen menschlicher Aktivität und Umwelt. Dabei gilt es nicht nur diese in ihrem systemischen Kontext zu verstehen und zu beschreiben, sondern auch Strategien, Maßnahmen und Technologien zu entwickeln, um ihre Wirkung in eine ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Richtung zu lenken.

In diesem Kontext ist das Hauptziel des Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwesen der Technischen Universität München (TUM), interdisziplinär arbeitende Ingenieur*innen auszubilden, welche die gesamte Bandbreite des Umweltingenieurwesens auf einem grundständigen Niveau beherrschen und bereits Ansätze einer Spezialisierung zeigen.

Dies wird durch die auf einander aufbauende Auseinandersetzung mit folgenden Feldern erreicht:

- ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen als fachliche Basis,
- grundständige, übergreifende Methodenkompetenzen des Umweltingenieurwesens, mit deren Hilfe komplexe physikalische Zusammenhänge über Modelle, deren Grenzen bekannt sind, abstrahiert werden und aus denen Aussagen für die Praxis getroffen werden können,
- grundständige, berufsbildbezogene Kompetenzen in allen Spezialisierungsbereichen des Umweltingenieurwesens.
- ergänzende Kompetenzen in selbständig ausgewählten Spezialisierungsbereichen.

Der Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen ist somit eine wichtige Vorbereitung auf eine weitere Profilierung der Studierenden im Rahmen des Masterstudiengangs. Der Studiengang greift dabei vielschichtige Diskussionen aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft auf.

Die globale Entwicklung der Konzentration weiter Teile der Bevölkerung in wachsenden Städten und die damit verbundenen Probleme von Ver- und Entsorgung spiegeln sich in den Studienthemen zur Nachhaltigkeit in der gebauten Umwelt, zur Siedlungswasser- und Wassermengenvirtschaft sowie zur nachhaltigen Mobilität wider.

Das Wasser als wichtige globale Ressource spielt eine zentrale Rolle. Dem höher werdenden Bedarf an Trink- und Brauchwasser werden eine rationale Bewirtschaftung der Vorkommen und neue Technologien der Trinkwasseraufbereitung gegenübergestellt. Auch den erhöhten Anforderungen an die Behandlung von Abwässern aus Siedlungen und industrieller Produktion wird durch die Inhalte des Studiengangs Rechnung getragen. Dieser menschengemachte Wasserzyklus, muss jedoch mit dem natürlichen Wasserkreislauf als Gesamtsystem unter Einbeziehung von Vorgängen auf und unterhalb der Erdoberfläche sowie in unterschiedlichen Gewässern verzahnt werden. Dafür ist ein vertieftes Verständnis des Systems in seiner Gänze erforderlich.

Das wachsende Bewusstsein der Gesellschaft über den Klimawandel, den damit verbundenen Naturgefahren und dem Verbrauch natürlicher Ressourcen findet sich wieder in der verstärkten Auseinandersetzung der Studierenden mit den Themen Klimaschutz und Energie sowie dem Nachhaltigen Umgang mit Ressourcen an Wasser und Böden, aber auch weiteren Materialien. Der Themenkomplex wird rational behandelt und über die Anwendung transparenter Methoden von der hohen Emotionalisierung losgelöst, die ihn stets 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 Grundlagen der Klimatologie und ihrer Wechselwirkung z.B. zu den Wasserressourcen. Strategien und Methoden zum Ausbau regenerativer Energiequellen und zur Verbesserung der Nachhaltigkeit



vorhandener, aber auch von neu entstehender Bebauung sind ein weiterer Schwerpunkt. Der Bereich Mobilität umfasst hierzu die gesamte Entstehungskette des Verkehrs beginnend mit der Landnutzung über die Ausweitung weltfreundlicher 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 vertieftes Wissen vordergründig aus Ingenieurwissenschaft, Naturwissenschaft und Ökologie, aber auch verstärkt aus Wirtschaftswissenschaft und Informatik vermittelt wird.

Das Studium ist stark methodisch ausgerichtet und vermittelt somit eine Mischung aus theoretischem Wissen und dessen Anwendung in Beispielen und Übungen. Durch die Bachelor's Thesis und das Praktikum bietet das Studium eine erste Qualifizierung in eigenständiger wissenschaftlicher Arbeit und praktischer Tätigkeit anhand von Aufgabenstellungen aus dem Berufsbild Umweltingenieurwesen in Forschung und Praxis.

Die Studiensprache ist Deutsch und vermittelt den Absolvent*innen die nötige Vertrautheit mit der hiesigen Fachterminologie und bereitet sie so auf die Anforderungen des deutschen Arbeitsmarktes vor. Um der Internationalisierung des Berufsfeldes, dem erheblichen Bedarf an Knowhow-Transfer zwischen Deutschland und den Drittwelt- sowie Schwellenländern, aber auch der internationalen Zusammenarbeit innerhalb der EU Rechnung zu tragen, werden die Studierenden auf den anschließenden konsekutiven, englischsprachigen Masterstudiengang in Umweltingenieurwesen vorbereitet. Dies erfolgt im Bachelorstudiengang einerseits durch spezialisierte Englischkurse, andererseits durch englischsprachige Wahlfächer.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Der Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen an der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt der TUM 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 TUM insgesamt.

In ihrem Grundverständnis ist die TUM dem Innovationsfortschritt auf Wissenschaftsgebieten verpflichtet, die das Leben und Zusammenleben 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 TUM bei.

Der Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen bildet dabei das Bindeglied zwischen den Themengebieten Bauen, Mobilität und Infrastruktur sowie Versorgung, Energie und Rohstoffe auf der einen und den Schwerpunkten Umwelt und Klima auf der anderen Seite. Er nützt dabei Methoden und Kompetenzen aus dem gesamten Spektrum der Fakultät (aus Bau, Geodäsie und Geowissenschaften) und ergänzt sie mit ausgewählten Themen aus den Naturwissenschaften.

1.2.1 Bauen

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 nahegekommen 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 der gebauten Umwelt ist ein integraler Bestandteil des Umweltingenieurwesens. Die Ausbildung verbindet konkrete Aufgabenstellungen, wie den nachhaltigen Umgang mit Materialressourcen im Sinne



einer Kreislaufwirtschaft sowie die ökologisch ausgerichtete Konzeption und Ausführung von Konstruktionen, beginnend mit den Siedlungsgebieten bis hin zu Elementen der Infrastruktur.

1.2.2 Infrastruktur

Der Bereich der Infrastruktur wird in der Ingenieurfacultät 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 der Verkehr in der Bandbreite urbaner Handlungsfelder betrachtet. Durchleuchtet wird das Gebiet aus dreierlei Perspektiven: der Ursachen (Raumplanung, Siedlungsstruktur, Nutzungsstruktur), der Folgen (Verkehrsprobleme, Emissionen) und der Maßnahmen (Integrierte Siedlungsstruktur- und Verkehrsplanung, Verkehrssteuerung). Ferner wird durch die thematische Bündelung auch die Verwandtschaft zur nachhaltigen Infrastruktur verdeutlicht.

1.2.3 Umwelt

Die Umwelt stellt das zentrale Thema des Studiengangs dar und wird sowohl im Leitbild der Ingenieurfacultät Bau Geo Umwelt als auch im Leitbild der TUM 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 bebauten und unbebauten 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 nicht-gebauten Umwelt Wasser, Luft und Boden sowie die gebaute Umwelt als Natur-, Lebens- und Wirtschaftsraum betrachtet. Es werden Methoden vermittelt, um die Auswirkungen menschlicher Aktivität auf diese Elemente sowie mögliche Naturgefahren zu beschreiben und vorherzusagen. Darüber hinaus 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 agierende Disziplinen“* innerhalb und außerhalb der Fakultät. Durch die Schwerpunkte Wasser, Verkehr und Bauen greift er Stärken des Zivilingenieurwesens auf und erweitert diese um den wichtigen Schwerpunkt Boden aus den Geowissenschaften sowie dem Forschungs- und Lehrbereich des Wissenschaftszentrums Weihenstephan. Über diese zwei Disziplinen hinaus vereint der Studiengang Methoden der Erkundung und Darstellung aus der Geodäsie und Geoinformation mit den analytischen Methoden der Naturwissenschaften.

1.2.4 Planet Erde

In der Ingenieurfacultät 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 gegenseitigen Einflüsse zwischen globalen Prozessen der Erde (Wasser, Boden und Atmosphäre) und menschlicher Aktivität eine wichtige Rolle. Im Curriculum finden sich sowohl theoretische Grundlagen als auch Methoden zur Erfassung und Messung dieser Prozesse – hauptsächlich aus



meteorologischer sowie hydrologisch-geologischer Perspektive. Dabei werden verstärkt Methoden der Geodäsie und Geoinformation genutzt.

1.3 Einordnung des Studiengangs

Orientiert an ihrem Leitbild bietet die Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt eine breite Auswahl an Studiengängen an (s. Abbildung 1), welche die einzelnen Aspekte abdecken und den Absolvent*innen damit eine gezielte Vorbereitung auf ihren Einsatz in Wissenschaft, Forschung oder Wirtschaft ermöglichen.

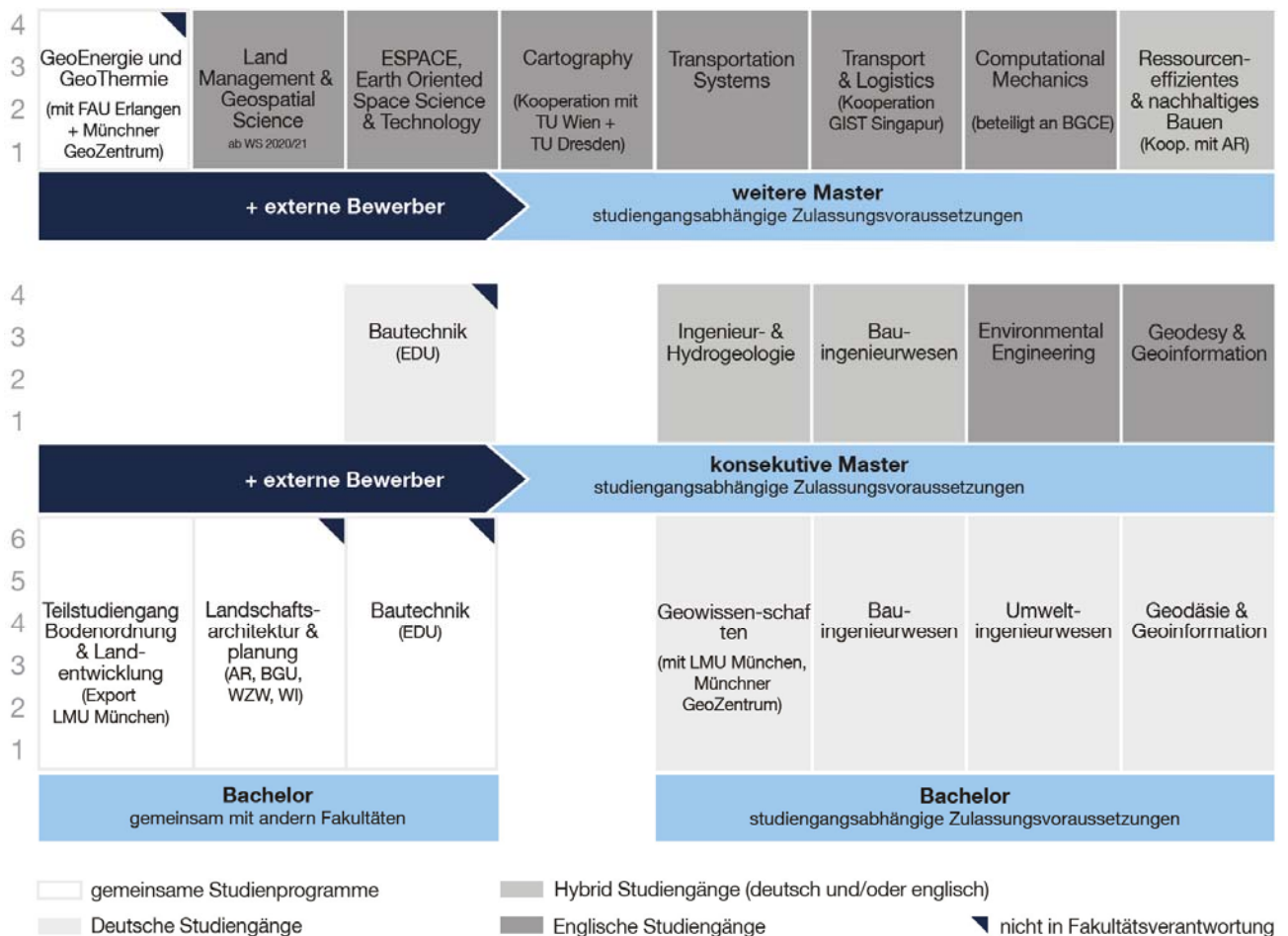


Abbildung 1: Studiengänge der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt ab WS2019/20

Der Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen ist der grundständige Studiengang, der in der Regel in den konsekutiven Master Environmental Engineering seine Vertiefung findet. Durch die stark interdisziplinäre Ausrichtung kann er jedoch auch als Basis für eine Reihe weiterer Masterstudiengänge innerhalb und außerhalb der TUM dienen, da er ihnen die Möglichkeit bietet ihr grundständiges Wissensgebiet in eine fachverwandte, jedoch anders fokussierte Richtung zu betrachten.

Innerhalb des Spektrums der Studiengänge der Fakultät fokussiert er primär im Bereich der Umwelt. Aspekte des Bauens, der Infrastruktur sowie auch der Erdvermessung spielen eine nicht zu vernachlässigende Rolle, sie sind dennoch nicht isoliert zu betrachten, sondern immer in Relation mit umweltrelevanten Fragestellungen. Die Abbildung 2 zeigt anhand einer groben Summierung der Credits in spezialisierten Modulen der vier Felder,



die gewichtete Verteilung in dem Studiengang. Hierzu wurden allgemeine Grundlagen, die in allen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen ähnlich sind, sowie Module anderer Fachbereiche nicht berücksichtigt.

Gewichtung der strategischen Felder der Fakultät im Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen

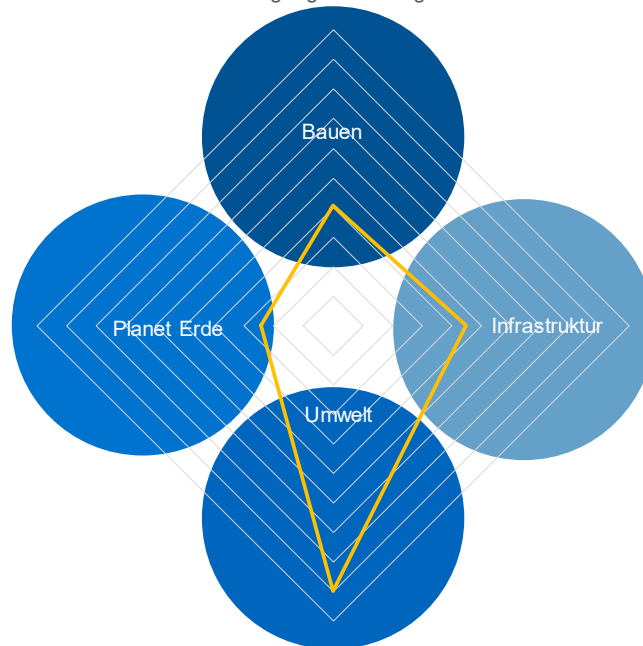


Abbildung 2: Gewichtung der strategischen Felder der Fakultät im Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen



2 Qualifikationsprofil

Nach erfolgreichem Abschluss des Bachelorstudiums in Umweltingenieurwesen verfügen die Absolvent*innen über ein vielfältiges Portfolio an relevanten grundständigen Kompetenzen, Fertigkeiten und Kenntnissen. Diese gliedern sich in folgenden Kategorien:

- Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen
- Naturwissenschaftliche Grundlagen
- Übergreifende Kompetenzen des Umweltingenieurwesens
- Berufsbildbezogene Kompetenzen des Umweltingenieurwesens
- Allgemeinbildende und überfachliche Kompetenzen
- Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten

2.1 Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen

Die Absolvent*innen besitzen ein solides Fundament an ingenieurwissenschaftlichen Kenntnissen und Fertigkeiten, die ihre Denkstrukturen als Ingenieur*innen nachhaltig formen. Neben grundlegenden, mathematischen Fertigkeiten in der Linearen Algebra wie dem Lösen von Gleichungssystemen, Grenzwert- und Graphenanalysen, können die Absolvent*innen anhand der Methoden der angewandten Mathematik lange Messdatenreihen (z.B. Umweltdaten, Verkehrsdaten, Bodenkenngrößen) auswerten sowie Methoden der numerischen Mathematik anwenden und daraus Schlüsse für berufsbildbezogene Themen des Ingenieurwesens ziehen bzw. Lösungen für diese Problemstellungen entwickeln. Sie sind in der Lage, grundlegende Problemstellungen in technischer Mechanik und Hydromechanik zu analysieren und zu abstrahieren und durch Anwendung ihres mathematischen Wissens zu lösen. Sie sind dadurch befähigt, das statische und dynamische Verhalten starrer und elastischer Körper sowie von Flüssigkeiten, Gasen und Strömungen physikalisch zu verstehen und mathematisch nachzubilden. Sie weisen grundständige Kenntnisse in objektorientierter Programmierung, Computeralgebra, Tabellenkalkulation sowie Datenbanken und CAD Zeichnung auf. Sie sind zur Berechnung, Darstellung und Programmierung mathematischer und ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen befähigt, wodurch sie Ansätze der computerorientierten Methoden der Ingenieurspraxis anwenden können.

2.2 Naturwissenschaftliche Grundlagen

Neben den Grundlagen in allgemeiner Ingenieurwissenschaft besitzen die Absolvent*innen ein Fundament aus Kenntnissen in Naturwissenschaften, die das Verständnis der Vorgänge in der Umwelt sowie der Wechselwirkungen zwischen natürlicher und technischer Umwelt ermöglichen. Sie sind in der Lage chemische Vorgänge in der Theorie zu verstehen, Probleme in der organischen und anorganischen Chemie zu lösen und einfache chemische Experimente im Labor durchzuführen. Sie verstehen grundlegende ökologische Zusammenhänge sowie mikrobiologische Vorgänge und können die Komplexität sowie die Empfindlichkeit der Ökosysteme gegenüber Störungen analysieren. Sie können meteorologische Phänomene und Vorgänge beschreiben, ihren Zusammenhang zum ingenieurwissenschaftlichen Wasserwesen verstehen und kennen das zur ihrer Messung erforderliche Instrumentarium. Sie weisen Basiswissen in Thermodynamik auf und kennen die physikalischen Grundlagen der Energieerzeugung. Darüber hinaus besitzen Absolvent*innen grundständiges Wissen in Geologie: Sie wissen um die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Gesteine, verstehen geologische Vorgänge in Raum und Zeit sowie einfache Mechanismen des Entstehens geomorphologischer Naturgefahren.

2.3 Übergreifende Kompetenzen des Umweltingenieurwesens

Aufbauend auf den beiden Fundamenten ihrer Grundlagenfächer, besitzen die Absolvent*innen einen umfangreichen Fundus an Kompetenzen, die für Umweltingenieur*innen ungeachtet ihrer Spezialisierungsrichtung erforderlich sind. Sie sind mit den umweltpolitischen, planerischen und planungsrechtlichen Randbedingungen ihres Betätigungsfelds vertraut. Sie verstehen die Methoden zum Erfassen, Modellieren, Analysieren und Visu-



alisieren von Umweltdaten und können Geographische Informations-Systeme (GIS) für grundständige Fragestellungen einsetzen. Sie sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen algorithmisch umzusetzen, das passende computergestützte Instrumentarium auszuwählen und zu ihrer Lösung einzusetzen. Sie kennen Verfahren und Methoden zur Gewinnung von umweltbezogenen Daten und können grundlegende Methoden ihrer Verarbeitung und Analyse zum Zweck des Umweltmonitorings und des Risikomanagements anwenden. Die Absolvent*innen besitzen grundständiges Wissen in Betriebs- und Volkswirtschaft und sind befähigt, dezidierte Planungen von technischen und wirtschaftlichen Abläufen in Ingenieurprojekten zu erstellen. Sie sind mit den Grundzügen des Projektmanagements vertraut und in der Lage, Kalkulationen für Projekte durchzuführen. Darüber hinaus weisen sie grundlegendes Wissen in ingenieurgeodätischen Methoden und Instrumenten der klassischen Geodäsie, der Photogrammetrie und Fernerkundung auf und sind in der Lage, diese in einfachen Praxisbeispielen anzuwenden. Sie verstehen Methoden zur Gestaltung und Steuerung von Planungsprozessen im Ingenieurwesen und sind in der Lage, Strukturen und ingenieurwissenschaftliche Sachverhalte graphisch darzustellen. Sie können Lage- und Konstruktionspläne zur Darstellung von Ist-Situationen und zur Umsetzung von Maßnahmen verstehen und erstellen. Durch den interdisziplinären Charakter dieser Module werden die Studierenden in die Lage versetzt, Wissen über die Grenzen des eigenen Fachgebietes hinaus zu vertiefen, Methoden anderer Fachgebiete für die eigene Arbeit anzupassen und anzuwenden sowie die Arbeitsweise anderer Fachleute zu verstehen und deren Beziehung zum eigenen Berufsfeld einzuordnen.

2.4 Berufsbildbezogene Kompetenzen des Umweltingenieurwesens

Nach Abschluss ihres Studiums weisen die Studierenden eine umfassende Palette an grundständigen Kompetenzen in allen späteren Spezialisierungsrichtungen des Umweltingenieurwesens auf: Boden und Geotechnik, Wasserwesen, Verkehrswesen sowie Nachhaltigkeit der gebauten Umwelt. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Wetterereignissen und Wasserabflüssen auf der Oberfläche und im Untergrund zu erkennen und diese mit Hilfe einfacher hydrologischer Modelle zu berechnen. Sie können Entwurfs- und Dimensionierungsaufgaben im Fluss- und Talsperrenbau berechnen und darstellen. Sie sind in der Lage, die erforderlichen Prozessstufen für die Behandlung von Abfällen und Abwässern sowie für die Aufbereitung von Trinkwasser zu erkennen, für gegebene Randbedingungen auszuwählen und nach den geltenden Normen zu dimensionieren. Sie kennen das technische Instrumentarium zur Analyse der Umweltqualität und zum Nachweis von Schadstoffen in Wasser, Boden und Luft und können relevante Berechnungen durchführen. Sie können ihr geologisches Grundlagenwissen mit den mechanisch-technischen Eigenschaften von Böden kombinieren und somit das Verhalten des Elements Boden unter verschiedenen Bedingungen berechnen bzw. experimentell nachweisen. Sie sind mit den Grundlagen der Entstehung von Naturgefahren aus dem Boden vertraut. Darüber hinaus sind sie in der Lage, einfache Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Verkehr zu erkennen. Sie können Netzkonzepte sowie bauliche und technische Anlagen für verschiedenen Verkehrsträger erstellen und sind mit den Grundlagen des Infrastrukturbaus vertraut. Sie sind in der Lage, einfache Planungen für Netz und Betrieb des öffentlichen Verkehrs durchzuführen sowie die Umweltwirkungen moderner Verkehrssysteme zu analysieren und zu quantifizieren. Darüber hinaus sind sie vertraut mit den Grundlagen der Nachhaltigkeit und ihrer Umsetzung in der bebauten Umwelt, kennen die grundlegenden technischen und umweltbezogenen Eigenschaften von Baustoffen, die für geo-, wasser- und bautechnische Anlagen genutzt werden und können grundlegende Konzepte zur ökologischen Gestaltung von Siedlungen und Konstruktionen sowie ihre Versorgung mit Energie erstellen.

Abhängig von ihrer individuellen Wahl weisen die Studierenden darüber hinaus in diesen Themengebieten ergänzende Methodenkompetenzen und Wissen auf. Sie sind in der Lage, Methoden der Wassermengenwirtschaft anzuwenden. Sie können Hochwasserereignisse berechnen und wasserbauliche Anlagen zum Hochwasserschutz planen und entwerfen sowie städtische Kanalsysteme auf die Bewältigung von Niederschlagswassermengen dimensionieren. Sie sind in der Lage, komplexere Strömungs- und Transportphänomene mathematisch zu modellieren und zu berechnen. Sie sind in der Lage, räumliche Planungsprozesse und -abläufe zu verstehen und diese in Bereichen der Siedlungs-, -Verkehrsmanagement- und Infrastrukturplanung anzuwenden sowie



diese Planungen umweltverträglich zu gestalten. Darüber hinaus können sie Anlagen zur Behandlung von Wasser und Abwasser für gewöhnliche Problemstellungen nach den geltenden Richtlinien dimensionieren.

Durch das breite Spektrum der berufsbildenden Kompetenzen im Umweltingenieurwesen wird die Betonung der fächerübergreifenden Zusammenhänge der unterschiedlichen Disziplinen erforderlich. In den Vorlesungen und Übungen der berufsbildenden Module werden gezielt Querverweise und Schnittstellen aufgezeigt, welche diese Zusammenhänge verdeutlichen. Teilweise werden Veranstaltungen durch Professor*innen mehrerer Fachgebiete gemeinsam gestaltet. Eine fächerübergreifende Qualifikation und ein Kenntnis der fachlichen Zusammenhänge zwischen den Spezialisierungen des Umweltingenieurwesens wird somit im regulären Lehrangebot gewährleistet. Die Problemlösung und die Anwendung der Methoden werden gezielt auf diesen komplexen und vernetzten Hintergrund vermittelt. Die Wahlmodule geben darüber hinaus die Möglichkeit, Seminarformen und Gruppenübungen vorzusehen, die eine tiefere Auseinandersetzung mit Methoden und Fachliteratur ermöglichen, einen detaillierteren Eindruck über den Stand der Technik in einem jeweils abgegrenzten Themengebiet zu erhalten sowie die Arbeit in Kleingruppen zu erlernen. Durch spezielle Fragestellungen mit Seminarcharakter im berufsbildenden Bereich sind die Studierenden in der Lage, auch über die engere fachliche Lösungsfindung hinaus, ihr Handeln als Fachleute kritisch zu hinterfragen und anhand ethischer und gesellschaftlicher Aspekte zu beurteilen.

2.5 Allgemeinbildende und überfachliche Kompetenzen

Laut Eckpunktepapier der Technischen Universität München sind *„In jedem Studiengang [...] in angemessenem Umfang die Belegung allgemeinbildender Fächer verpflichtend vorzusehen (mind. 3 Credits)“*¹.

Im Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen wird ein Wahlkatalog „Allgemeinbildende Fächer“ angeboten. Dabei ist das erfolgreiche Absolvieren eines Modules/von mehreren Modulen im Umfang von insgesamt 5 Credits verpflichtend. Das Angebot soll den Studierenden die Möglichkeit bieten, die technisch-ingenieurwissenschaftlichen Kernkompetenzen des Umweltingenieurwesens mit allgemeinem, nach individuellen Interessen und Neigungen gewähltem Wissen zum Zwecke der weiteren Persönlichkeitsentwicklung zu ergänzen und dadurch Lernprozesse aus dem eigenen fachlichen Kreis herauszutragen und transdisziplinär weiterzuführen. Aufgrund der Themenvielfalt kann ein individuell gewähltes und, wenn gewünscht, auch ein breiter abgedecktes Spektrum an allgemeinbildenden Fächern zusammengestellt werden. Die Module umfassen Themen wie Fremdsprachen, Interkulturalität, Soft Skills wie kollektives Handeln und Teamwork, analytisches und logisches Denken, Gesellschaftsverantwortung, (Technik-)Geschichte, Ethik, Ökonomie sowie Ökologie u.a.

2.6 Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten

Die Absolvent*innen sind am Ende ihres Studiums in der Lage, eine grundständige wissenschaftliche Fragestellung aus dem Themenfeld des Bachelorstudiengangs selbstständig zu bearbeiten, Teilprobleme größerer Fragestellungen in bestehende Theorien einzuordnen, aus den im Studium erlernten Methoden geeignete zu identifizieren und auf ein gegebenes (Teil-)Problem anzuwenden und so die Forschungsfragen mit Hilfe bekannter Methoden unter fachlicher Betreuung zu operationalisieren. Sie sind darüber hinaus befähigt, aus Ergebnissen ihrer Untersuchungen und Berechnungen wissenschaftlich fundierte Schlussfolgerungen abzuleiten, diese zu hinterfragen und zu reflektieren. Ferner sind sie in der Lage, Ergebnisse den fachlich Prüfenden und einem interessierten Fachpublikum in Schrift- und Präsentationsform darzulegen und in Diskussionen argumentativ zu verteidigen. Sie können dazu relevante Literatur selbstständig heranziehen. Sie sind in der Lage, für die Bearbeitung einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung, nach erfolgreicher Operationalisierung, einen Zeitplan zu erstellen und auf dessen Einhaltung zu achten.

¹ Eckpunktepapier Technische Universität München, 2010, S. 5



3 Bedarfsanalyse

Der erworbene Abschluss Bachelor of Science ist von seiner Intension her berufsqualifizierend, Die Absolvent*innen haben mit dem Abschluss im Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen somit generell die Möglichkeit, früh in den Arbeitsmarkt einzutreten oder sich für einen Masterstudiengang zu bewerben.

Wer sich nach dem Bachelorstudiengang für den Eintritt ins Berufsleben entscheidet, wird von den vermittelten Fertigkeiten ausgehend, erfahrungsgemäß eher in „ausführende“ Positionen in Ingenieurprojekten oder in der Verwaltung eingesetzt werden können. Jedoch müssen sich die Absolvent*innen in diesem Teil des Arbeitsmarkts gegen Absolvent*innen der Fachhochschulen durchsetzen, welche eine wesentlich schmalere Ausbildungsbandbreite, dafür jedoch mehr Praxiserfahrung aufweisen. Eine aussagekräftige Stichprobe von Absolvent*innen, die sich nach dem Bachelorabschluss in Umweltingenieurwesen für einen direkten Eintritt entschieden haben, liegt zurzeit nicht vor. In einer 2012 durchgeführten Absolvent*innenbefragung geben lediglich Einzelfälle an, nach dem Bachelorabschluss, ohne anschließenden Masterstudiengang, in den Arbeitsmarkt eingestiegen zu sein. Ein Vergleich mit der potentiellen Konkurrenz durch Bachelorabsolvent*innen der Fachhochschulen ist daher nicht möglich. Somit liegt der Fokus auf der zu empfehlenden Überleitung der Bachelorabsolvent*innen in den Masterstudiengang. An dieser Stelle erscheint die praktische Qualifizierung im Rahmen eines Praktikums im In- oder Ausland vor dem Beginn des Masterstudiums als eine sinnvolle Ergänzung, die jedoch der Eigeninitiative der Studierenden überlassen und nicht zwingend vorgeschrieben wird.

Mit der soliden Grundlage des Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwesen ist der nächste Schritt in der Laufbahn der Absolvent*innen in der Regel die Aufnahme eines Masterstudiengangs. Im Durchschnitt lässt sich sagen, dass ca. $\frac{2}{3}$ der Bachelorabsolvent*innen in den konsekutiven Masterstudiengang Umweltingenieurwesen einsteigen. Die restlichen diffundieren vor allem in andere Masterstudiengänge, wie Bauingenieurwesen, Sustainable Resource Management, Transportation Systems oder Ressourceneffizientes und Nachhaltiges Bauen. Eine statistische Auswertung dieser Übergänge wird ergänzt, sobald konkrete Zahlen vorliegen.

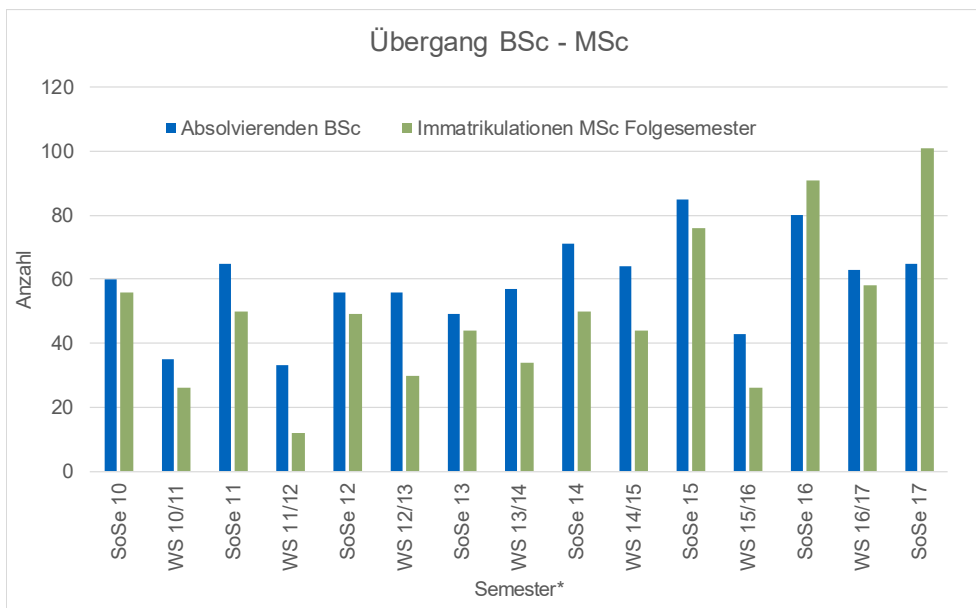


Abbildung 3: Absolvent*innenzahlen B.Sc. Umweltingenieurwesen und Immatrikulationen in den M.Sc. Umweltingenieurwesen im Folgesemester des Abschlusses im B.Sc. * Abschlüsse vom 01.11. bis zum 31.05. werden zum Wintersemester, vom 01.06 bis zum 31.10. zum Sommersemester gezählt.

Die Abbildung 3 zeigt die Anzahl der Bachelorabsolvent*innen im dazugehörigen Semester und die Anzahl der Immatrikulationen im Masterstudiengang Umweltingenieurwesen an der TUM im darauffolgenden Semester. Der Verlauf der Balken zeigt ein unregelmäßiges Verhalten. Grobe Schlüsse daraus sind eine zu erwartende kleinere Anzahl an Immatrikulationen zum Sommersemester, eine durchschnittlich steigende Nachfrage nach



Studienplätzen im Master und ein insgesamt positiver Trend. Hierzu muss jedoch auch die Zulassung zahlreicher Bewerber aus dem Ausland bedacht werden, die z.B. im SoSe 2017 zu höheren Erstsemesterzahlen im Master führt, als die Absolvent*innenzahlen des B.Sc. Umweltingenieurwesens erwarten lassen würden.

Im Wintersemester 2016-17 gab es eine weitreichende Anpassung der FPSO des konsekutiven Masterstudiengangs, wodurch das Studiengangsprofil wesentlich schärfer wurde und besser kommunizierbar wurde. Die höhere Attraktivität der neuen Master-FPSO kombiniert mit der steigenden Anzahl an Absolvent*innen des Bachelorstudiengangs in den akademischen Jahren 2014 und 2015 (bedingt durch den „Doppelten Abiturjahrgang“) führten zu einer sprunghaften Erhöhung der Immatrikulationen im Master. Dank den vielfältigen Spezialisierungsmöglichkeiten in konsekutiven und weiteren Masterstudiengängen, existiert an der BGU und der TUM insgesamt eine ausreichende Kapazität zur Aufnahme der Bachelorabsolvent*innen.

Über den Masterabschluss bedient jedoch auch der Bachelorstudiengang indirekt einen Arbeitsmarkt. Dieser ist im erweiterten Bereich des Zivilingenieurwesens angesiedelt. Die zuständige Ingenieurkammer in Bayern ist die Ingenieurkammer Bau, welche für beide Gebiete des Bau- und Umweltingenieurwesens zuständig ist. Die Arbeitsmarktstatistischen Angaben sind daher nur bedingt von denen des Bauingenieurwesens trennbar. Dennoch lassen sich vielfach positive Trends ablesen.

Die Arbeitsmarktentwicklung im Ingenieurwesen in Deutschland wird sich positiv entwickeln. Das Institut der Deutschen Wirtschaft hat im Auftrag des Vereins Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) ein Szenariomodell² für die Arbeitsmarktentwicklung der Branche, welches für günstige, moderate und ungünstige Randbedingungen den Fachkräftebedarf der Ingenieurbranche bis zum Jahr 2030 prognostiziert. Selbst das pessimistische Szenario „Absolventenboom trifft lahrende Volkswirtschaft“ ergibt einen durchgehenden Mangel an Ingenieur*innen, der ab ca. 2024 aufgrund des vermehrten Ausscheidens älterer Abreitetnehmer*innen aus dem Berufsleben stark zunehmen wird.

Die Konjunktumfrage³ der Bayerischen Ingenieurkammer Bau, die im April 2018 veröffentlicht wurde, ergab, dass obwohl die Auftragslage der befragten Ingenieurbüros, gut sei (ca. 84% der Angaben), wird die Verfügbarkeit von Nachwuchskräften als eine Gefahr für ihre Marktchancen empfunden. Ungefähr 75% gaben Schwierigkeiten bei der Stellenbesetzung für Ingenieur*innen an und ca. 51% der befragten Büros hatten zum Zeitpunkt der Befragten offene Stellen. Die Betätigungsfelder der Unternehmen umfassten die gesamte Bandbreite der Ingenieurkammer. Die für das Umweltingenieurwesen relevanten Felder waren wie folgt vertreten: „Wasser, Abwasser, Abfall“ 13%; „Verkehrswesen und Raumplanung“ 10%; „Umwelt und Energie“ 8% - Mehrfachnennungen waren möglich.

Darüber hinaus ist sind die Bedarfe der öffentlichen Hand zu berücksichtigen, denn die übergeordneten Aufgaben in den maßgeblichen Spezialisierungen des Umweltingenieurwesens, Wasserwesen, Infrastruktur, Verkehr, Nachhaltigkeit der gebauten Umwelt sind Kernaufgaben öffentlich-rechtlicher Daseinsvorsorge. Beispielhaft aus diesem Spektrum herausgestellt sei eine Studie⁴ des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) aus dem Jahr 2015, die besagt, dass allein für den Ersatz ausscheidender Arbeitskräfte mit Hochschulabschluss im eigenen Wirkungsbereich (Wasserversorgung, Abwasserbehandlung, Abfallwirtschaft, Energieversorgung) bis 2030 3,11 Millionen Arbeitnehmer*innen benötigt werden. In der gesamten Arbeitnehmer*innenschaft (aller Qualifikationsstufen) sind ca. 50% der Beschäftigten im Wasser/Abwasser&/Abfall-Bereich anzusiedeln.

Insgesamt lässt sich für das Betätigungsfeld des Umweltingenieurwesens ein durchgehender, durch die Gesellschaft vorgegebener Bedarf an Ingenieur*innen feststellen, der in Deutschland sowohl auf seitens der Wirtschaft als auch seitens der öffentlichen Hand belegbar ist. Hinzu kommt ein internationaler Arbeitsmarkt, der durch

² https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/bag_dateien/Beruf_und_Arbeitsmarkt/Ingenieurtool_2015-10-26.pdf aufgerufen am 26.11.2018

³ <https://www.bayika.de/de/konjunktumfrage/> aufgerufen am 26.11.2018

⁴ Studie zur Personalentwicklung und zu den Handlungskompetenzen von Fach- und Führungskräften im Hinblick auf die Energiewende und den demografischen Wandel bis 2030 – Teil 2 in <https://www.berufswelten-energie-wasser.de> Aufgerufen am 26.11.2018



den konsekutiven Studienverlauf von Bachelor und Master in Umweltingenieurwesen adressiert wird. Die Anzahl der Absolvent*innen, die jährlich den Bachelorabschluss erlangt, wird durch den Masterstudiengang in Umweltingenieurwesen problemlos aufgenommen. Angesichts des stets vorhandenen Bedarfs an Arbeitskräften und seiner zu erwartenden Verstärkung durch den demografischen Wandel sind Maßnahmen sinnvoll, die das konsekutive Studieren verglichen mit der thematischen Neuorientierung im Master noch weiter verstärken sowie die Abbrecher*innenquote im Bachelorstudiengang reduzieren.



4 Wettbewerbsanalyse

4.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Das Umweltingenieurwesen mit dem dazugehörigen Berufsbild, das im Ausland seit Jahrzehnten etabliert ist, wurde in Deutschland historisch im Spektrum des Bauingenieurwesens angesiedelt. Daher waren Themenstellungen des Umweltingenieurwesens in den Bauingenieurstudiengängen integriert. Erst in den letzten 15 Jahren hat sich auch in Deutschland das Bewusstsein über die Vervollständigung dieser Themenstellungen in einem eigenständigen Studiengang und dem dazugehörigen Berufszweig durchgesetzt. In der hier aufgeführten Analyse werden die reinen Umweltingenieursstudiengänge betrachtet. Es ist jedoch anzumerken, dass vereinzelt (z.B. an der TU Hamburg-Harburg und der Universität Hannover) Bauingenieurstudiengänge lediglich zu „Bau- und Umweltingenieurwesen“ umbenannt wurden, um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen. Da diese Umbenennung jedoch mit keiner Abweichung vom klassischen Bau-Studiengang einherging, werden diese Studiengänge in die Analyse nicht einbezogen.

Wie Tabelle 1 zeigt gibt es an Universitäten in Deutschland eine Reihe identischer bzw. stark ähnlicher Studiengänge. Der Grundlagenbereich deckt sich mit dem der TUM. Vereinzelt sind noch mehr Inhalte aus dem Bauwesen enthalten, die sich aus der geschichtlichen Entwicklung der Umweltingenieursstudiengänge ergeben haben. Dennoch ist das Fundament als gleichwertig anzusehen. In den Spezialisierungen ähneln sich die Studiengänge ebenfalls stark. Häufigster Unterschied ist der Schwerpunkt der Abfallwirtschaft, der aus hochschulstrategischen Überlegungen an der TUM an den Münchner Standorten sukzessive aufgegeben wurde. Die übrigen Unterschiede sind vereinzelt und auf individuelle Zielsetzungen in der jeweiligen Universität zurückzuführen. Als einziger nicht verwandter Bachelor sei noch, aufgrund des bayerischen Standorts, der Studiengang „Umwelt- und Ressourcentechnologie“ der Universität Bayreuth erwähnt, der zwar den Grundlagen nach ein ingenieurwissenschaftlicher Bachelor ist, sich in den Spezialisierungen jedoch grundlegend vom BGU-Studiengang unterscheidet.

Die relativ große Anzahl gleichwertiger Studiengänge in Deutschland ergibt sich aus dem hohen Bedarf der Wirtschaft und der Gesellschaft nach Umweltingenieur*innen, der nicht durch die Absolvent*innen eines einzelnen Standortes abzudecken ist. Absolvent*innen dieser Studiengänge würden bei einer Bewerbung für den konsekutiven Master in Umweltingenieurwesen an der TUM dieselben fachlichen Voraussetzungen aufweisen, wie die TUM-eigenen Absolvent*innen.

Tabelle 1: Vergleichbare Studiengänge in Deutschland

Ab-schluss	Name des Stu-diengangs	Universität/ Hochschule	Grundlagenbe-reich	Spezialisierungen	Spra-che	Regel-stud.zeit
Universitäten						
B.Sc	Umweltingeni-eurwissen-schaften	RWTH Aachen	gleichwertig	Selbe wie TUM, ohne Verkehrs-wesen aber mit Abfallwirtschaft	Deutsch	6
B.Sc	Umweltingeni-eurwissen-schaften	TU Darm-stadt	gleichwertig	Selbe wie TUM, aber mit Abfall-wirtschaft	Deutsch	6
B.Sc	Umweltingeni-eurwissen-schaften	Universität Rostock	gleichwertig	Selbe wie TUM, aber mit Agrar-wissenschaft und Landschafts-planung	Deutsch	6
B.Sc	Umweltingeni-eurwesen	TU Braun-schweig	gleichwertig	Selbe wie TUM, aber mit Abfall-wirtschaft und nachhaltigem Bauen	Deutsch	6



B.Sc	Umweltingeni- eurwesen	Universität Kassel	gleichwertig mit mehr Bauinhalten	Selbe wie TUM, aber mit Abfall- wirtschaft und Luftreinhaltung	Deutsch	7
B.Sc	Umweltingeni- eurwesen	BTU Cott- bus-Senf- tenberg	gleichwertig	Ähnlich der TUM-Spezialisierun- gen	Deutsch	6
B.Sc	Umweltschutz- technik	Universität Stuttgart	gleichwertig	Selbe wie TUM, aber mit Abfall- wirtschaft	Deutsch	6
Hochschulen für angewandte Wissenschaften						
B.Eng.	Umweltingeni- eurwesen – Bau	Beuth Hoch- schule, Ber- lin	Ähnlich aber mit stärkerem Bau- Fokus	Ähnlich aber mit stärkerem Bau- Fokus	Deutsch	7
B.Eng	Umweltingeni- eurwesen – Nachhaltige Siedlungspla- nung	Hochschule Darmstadt	Ähnlich, kleinerer Umfang als an Universitäten	Ähnlich	Deutsch	7
B.Sc	Umweltingeni- eurwesen	FH Lübeck	Weniger ingeni- eurwissenschaft- lich. Mehr ange- wandte Naturwis- senschaften	Andere Zielsetzungen, mehr in Verfahrenstechnik und Energie- technik, Umweltmanagement	Deutsch	7
B.Eng	Wasser- und Bodenma- nagement	Ostfalia Hochschule, Suderburg	Weniger ingeni- eurwissenschaft- lich. Mehr ange- wandte Naturwis- senschaften	Ähnlich aber mit stärkerem Fokus im Bodenschutz und Gebäuden	Deutsch	7
B.Eng	Umweltingeni- eurwesen	Hochschule Ostwestfa- len-Lippe	Ähnlich, mehr na- turwissenschaft- lich als ingeni- eurswissen- schaftlich	Im Wasserwesen ähnlich mit hyd- rologie und Wasserbau der Si- WaWi untergeordnet, sie haben Abfallwirtschaft, zweite Vertiefung in Klima und Energie nicht ähnlich	Deutsch	7
B.Eng	Umweltingeni- eurwesen	Hochschule Hof	Ähnlich	Sehr stark auf Verfahrenstechnik und Wasser/Abwasseraufberei- tung fokussiert	Deutsch	7
B.Eng	Umweltingeni- eurwesen	Technische Hochschule Deggendorf	Ähnlich aber mit stärkerem Bau- Fokus	Ähnlich aber mit stärkerem Bau- Fokus, vom Wasserwesen her mehr SiWaWi	Deutsch	7
B.Sc.	Umweltingeni- eurwesen	Hochschule Bochum	Ähnlich aber mit stärkerem Bau- Fokus	Vertiefungen in „Urbane Infra- struktur“ und „Bauen und Ener- gie“ sind teilweise in den Themen der Siedlungswasserwirtschaft und der Verkehrsplanung mit der TUM ähnlich	Deutsch	7

Darüber hinaus existieren bundesweit zahlreiche Bachelorstudiengänge an Hochschulen für angewandte Wissenschaften, die ähnliche Bezeichnungen bzw. Zielsetzungen aufweisen. Die Diversität in den Studiengängen der Hochschulen ist wesentlich stärker ausgeprägt als bei den wissenschaftlichen Universitäten. Im engeren Themengebiet der Siedlungswasserwirtschaft gibt es eine enge Verwandtschaft zwischen dem Studiengang der



BGU und den Studiengängen der Hochschulen. Darüber hinaus kann es je nach Standort Ähnlichkeiten in Verkehrsplanung, Hydrologie oder Wasserwirtschaft geben. Absolvent*innen der Hochschule Darmstadt und der Beuth-Hochschule Berlin würden bei einer Bewerbung für den konsekutiven Masterstudiengang Umweltingenieurwesen an der TUM die größten Chancen auf eine Zulassung haben.

4.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Aus der historischen Entwicklung des Studiengangs Umweltingenieurwesen heraus und der daraus resultierenden thematischen Schnittmengen besteht innerhalb der TUM eine Verwandtschaft mit dem Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen.

Die beiden Studiengänge weisen in den ersten drei Semestern dieselben Ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen aus technischer Mechanik, Mathematik, Methoden der Darstellung und computerorientierten Methoden auf. Diese sind jedoch in ähnlicher, wenn nicht identischer Form, bei allen ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen vorzufinden. Eine Divergenz der beiden Studiengänge ist jedoch bereits in den ersten Semestern zu erkennen, da das Umweltingenieurwesen einen Anteil an naturwissenschaftlichen Grundlagen aufweist, die dem Bauingenieurwesen fehlen. Das Bauingenieurwesen vertieft stärker in den Bereich der Konstruktion, was sich beispielsweise in der stärkeren Thematisierung der Technischen Mechanik zeigt. Der konstruktive Bereich spielt hingegen im Umweltingenieurwesen keine Rolle mehr. Die übergreifenden Kompetenzen des Umweltingenieurwesens umfassen wesentlich mehr Inhalte aus der Geodäsie und der Geoinformation, die zur Erfassung und Modellierung von flächigen Umweltdaten abzielen. Die Spezialisierungsrichtungen des Umweltingenieurwesens „Wasserwesen“, „Verkehr und Infrastruktur“, „Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt“ weisen thematische Überschneidungen mit fachspezifischen Fächern des Bauingenieurwesens auf. Die inhaltliche Stellung von Konstruktion und Umweltaspekten ist in beiden Studiengängen genau komplementär. Die Profilbildung in diesen Schwerpunktbereichen ist im Umweltingenieurwesen stark ausgeprägt und behandelt diese Themenfelder gleichwertig. Im Bauingenieurwesen wird durch eine gewichtende Profilwahl stets nur ein Profil bevorzugt und die übrigen als Ergänzung angesehen, wobei die Bereiche „Siedlungswasserwirtschaft“, „Verkehrswegebau“ und „Verkehrstechnik und Verkehrsplanung“ zu Gunsten eines konstruktiven Profils abgewertet werden können.

Die vertikale Sicht, nach der, die themenspezifischen Lernergebnisse betrachtet werden, umfasst beim Umweltingenieurwesen mehrere Kernelemente, die im Bauingenieurwesen nicht vertreten sind:

- die vertiefenden naturwissenschaftlichen Grundlagen aus Chemie, Thermodynamik, Mikrobiologie, Geologie/ Hydrogeologie, Klimatologie,
- die Betrachtung der Elemente Boden, Wasser und Luft aus mehr Perspektiven als das Bauingenieurwesen, welches die rein konstruktiv-technologischen Sicht berücksichtigt. Diese Betrachtung umfasst Themen der stofflichen Güte der Elemente sowie ihrer Funktion als Lebensraum, als Ressource und als Ökosystem,
- den Umfang und die Gewichtung von Themen wie die Hydrologie, die Prozesstechnik oder die Ingenieurgeologie.

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 die spätere Zusammenarbeit, die sich aus der Natur ihrer Aufgaben aber auch aus der unterschiedlichen Betrachtungsrichtung des Arbeitsumfelds zwangsläufig ergeben wird.



5 Aufbau des Studiengangs

Der Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen besteht aus sechs Semestern, in deren Verlauf mindestens 180 ECTS Credits erlangt werden. Das Profil des Umweltingenieurs wird durch das interdisziplinäre Arbeiten im Verflechtungsbereich von Ingenieur- und Naturwissenschaft gekennzeichnet.

Der Studiengang gliedert sich gedanklich in zwei Teile, je mit einer Dauer von drei Semestern. Der Übergang zwischen den beiden Teilen ist nicht durch eine besondere Prüfung gekennzeichnet. Sie ist vielmehr aus fachlicher Sicht ein Übergang von der Vermittlung allgemeiner Grundlagenkompetenzen hin zu den berufsbildbezogenen grundständigen Modulen des Umweltingenieurwesens zu verstehen.

Die Struktur des Studiengangs wird in Abbildung 4 verdeutlicht und der allgemeine Studienplan ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Möglichkeiten zur Gestaltung des Studienplans und Verteilung der Leistungen sind in der ersten Hälfte des Studiums fest durch Pflichtmodule vorgegeben. In späteren Semestern, in denen zunehmend auch Wahlmodule besucht werden, erhöhen sich die Freiheitsgrade. Die Überschneidungsfreiheit von Pflichtmodulen wird durch die Stundenplangestaltung gewährleistet und durch ein von der Fakultät entwickeltes Planungstool unterstützt. Ein beispielhafter Studienplan und korrespondierende beispielhafte Stundenpläne sind im Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

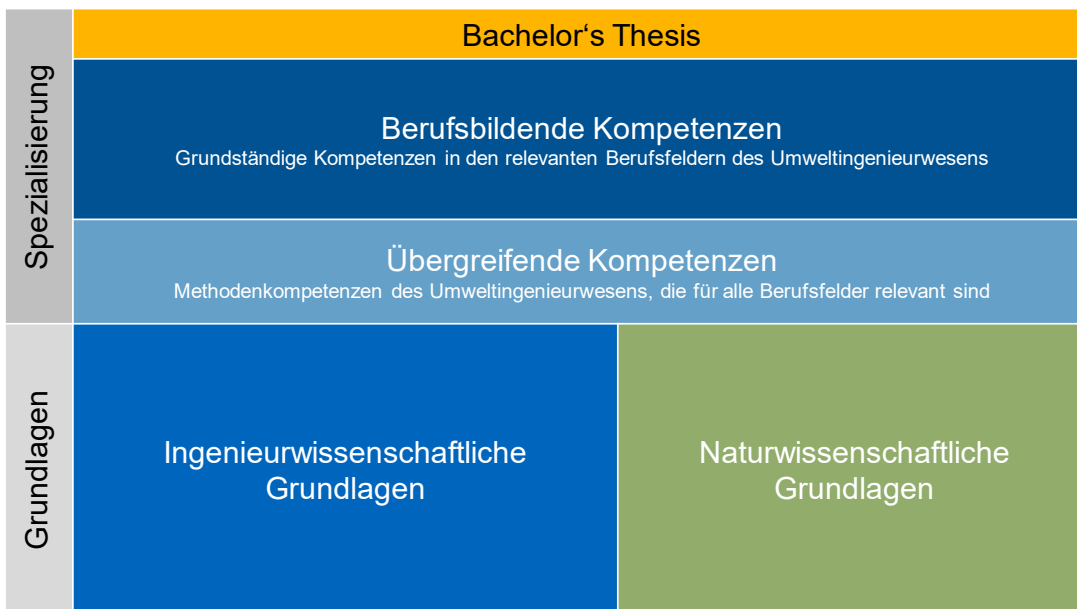


Abbildung 4: Struktur des Bachelorstudiengangs Umweltingenieurwesen

Ausgewählte Module im Umfang von 25 Credits aus dem ersten Semester bilden die sog. Grundlagen und Orientierungsprüfung. Diese sind:

- Höhere Mathematik 1
- Technische Mechanik 1 für Umweltingenieure
- Bau- und Umweltinformatik 1
- Allgemeine und Anorganische Chemie

Sie stehen für ein repräsentatives Spektrum an Kompetenzen und Fähigkeiten im Bereich des mathematischen, technischen Verständnisses, der Fähigkeit relevante Strukturen zu abstrahieren und rechnerisch umzusetzen sowie eines soliden Verständnisses der umweltrelevanten chemischen Vorgänge. Durch eine vorgezogene Wiederholungsprüfung, zu Beginn des zweiten Semesters, wird versucht, den Studierenden frühzeitig Feedback über ihre Eignung zum weiteren Studium zu geben, so dass sie das Sommersemester bei Bedarf zur Re-Orientierung nutzen können.



1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	
Höhere Mathematik 1 10 Credits Klausur (120') + SL Übungsleistung	Höhere Mathematik 2 5 Credits Klausur (90')	Höhere Mathematik 3 5 Credits Klausur (90')	Umweltmonitoring und Umweltanalytik 5 Credits Klausur (90')	Profil 1 (Wasserwesen) 5 Credits	Bachelorarbeit Pflichtmodul 10 Credits	GOP
	Technische Mechanik 2 für Umweltingenieure 5 Credits Klausur (90')	Hydromechanik 5 Credits Klausur (90')	Grundbau und Bodenmechanik Grundmodul für Umweltingenieure 5 Credits Klausur (90')	Profil 1 (Wasserwesen) 5 Credits	Wahlmodul 5 Credits	
Technische Mechanik 1 für Umweltingenieure 5 Credits Klausur (90')	Bau- und Umweltinformatik 2 5 Credits Klausur (90')	Grundlagen prozessorientierter Planung und Organisation für Umweltingenieure 5 Credits Klausur (90')	Vermessung, Photogrammetrie und Fernerkundung 5 Credits Klausur (90')	Profil 2 (Verkehr und Infrastruktur) 5 Credits	Wahlmodul 5 Credits	Wahl (Profil)
Bau- und Umweltinformatik 1 5 Credits Klausur (90')	Ökologie und Mikrobiologie 5 Credits Klausur (90')	Geologie 5 Credits Klausur (90')	Geoinformatik 5 Credits Klausur (90')	Profil 2 (Verkehr und Infrastruktur) 5 Credits	Wahlmodul 5 Credits	Wahl
Meteorologie, Klimatologie und Klimawandel 5 Credits Klausur (90')	Organische Chemie 5 Credits Klausur (90')	Stochastik und Risiko 5 Credits Klausur (90')	Profil 3 (Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt) 5 Credits	Wahlmodul 5 Credits	Mdul aus dem Katalog "Allgemeinbildender Fächer" 5 Credits	
Allgemeine und anorganische Chemie 5 Credits Klausur (90')	Thermodynamik und Energietechnik 5 Credits Klausur (90')	Verfahrenstechnik 5 Credits Klausur (90')	Profil 3 (Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt) 5 Credits	Wahlmodul 5 Credits		
30 Cr	30 Cr	30 Cr	30 Cr	30 Cr	30 Cr	
5 Prüfungen	6 Prüfungen	6 Prüfungen	6 Prüfungen	6 Prüfungen	5 Prüfungen	
1 Studienleistung	-	-	-	-	-	

Abbildung 5: Allgemeiner Studienplan für den Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen

Die Semester 1-3 bestehen aus allgemeinen Grundlagenmodulen aus den Ingenieurwissenschaften (ca. 2/3 der Module) und den Naturwissenschaften (ca. 1/3 der Module). Diese bilden das Fundament der Ausbildung eines Ingenieurs oder einer Ingenieurin im Umweltwesen und sind für das Verständnis der berufsbildrelevanten Fächer unerlässlich. Im Curriculum ist eine Vielfalt aus unterschiedlichen Lehr- und Lernformen vorgesehen. Pflichtfächer der ersten drei Semester werden in der Regel in Form klassischer Vorlesungen und Übungen gehalten. Dies wird durch die hohen Besucher*innenzahlen bedingt. Gruppenarbeit findet hauptsächlich in zahlreichen Tutorien statt, welche die rechnerische Auseinandersetzung mit dem Vorlesungsstoff verbessern soll. In ausgewählten Veranstaltungen werden auch Geländeübungen und Laborpraktika abgehalten.

Die Semester 4-6, die sich im Bereich der Spezialisierung bewegen, umfassen übergreifende Kompetenzen des Umweltingenieurwesens sowie eine zielgerichtete Auswahl an Fächern aus den berufsbildrelevanten Spezialisierungsrichtungen des Umweltingenieurs. Die Mischung zwischen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Modulen innerhalb der übergreifenden Grundlagen bleibt in diesen Semestern beibehalten, wobei die Inhalte dieser Module eindeutiger mit dem Berufsbild des Umweltingenieurwesens verbunden sind.

Die Schwerpunktbildung erfolgt in den Semestern 4-6 in den Bereichen:

- Wasserbau und Wasserwirtschaft
- Hydrologie
- Siedlungswasserwirtschaft
- Umweltgeotechnik
- Hydrogeologie
- Raumordnung und Landentwicklung
- Verkehrstechnik



- Verkehrsplanung
- Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturplanung
- Kreislaufwirtschaft
- Nachhaltige Konstruktionswerkstoffe und nachhaltiges Bauen
- Energienetze und Energieversorgung

Die Gruppe der berufsbildrelevanten Spezialisierungsrichtungen ist in sog. „Profilen“ organisiert. Im Rahmen der Profile müssen die Studierenden im 4-5 Semester Wahlmodule im Umfang von mindestens 10 Credits (zwei Module) in jedem der folgenden drei Profile belegen:

- Wasserwesen
- Verkehr und Infrastruktur
- Nachhaltigkeit der gebauten Umwelt

Tabelle 2: Profile im B.Sc. Umweltingenieurwesen

Profil 1 - Wasserwesen	Profil 2 - Verkehr und Infrastruktur	Profil 3 - Nachhaltigkeit der gebauten Umwelt
Hydrologie Grundmodul 5 Credits	Raum- und Verkehrsplanung Grundmodul 5 Credits	Ökologisches Bauen Grundmodul 5 Credits
Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundmodul 5 Credits	Verkehrstechnik und vernetzte Verkehrssysteme Grundmodul 5 Credits	Kreislaufwirtschaft und Werkstoffe für nachhaltiges Bauen Grundmodul 5 Credits
Siedlungswasserwirtschaft Grund- modul 5 Credits	Nachhaltige Verkehrsinfrastruktur- planung Grundmodul 5 Credits	Stadtenergiesysteme und mo- derne städtische Infrastruktur 5 Credits

Die vorgegebenen Profilbereiche bestehen aus sog. „Grundmodulen“. Diese geben den Studierenden einen breiten Überblick über das Berufsbild und somit die Möglichkeit, ihre eigenen Interessen und Neigungen besser zu erkennen. Sie können über die Wahl eigene Akzente setzen, können jedoch kein berufsbildbezogenes Gebiet aus ihrem Studiengang abwählen oder verringern. Alle drei Profile sind im Studiengang gleichwertig. „Auf die „Grundmodule“ baut eine Reihe thematisch vertiefender „Ergänzungsmodule“ auf, die als weiterführende Wahlmodule im 5 und 6 Semester angeboten werden. Die Studierenden können dadurch gezielt ihr Wissen ausweiten und eine eigene Spezialisierungsrichtung eruiieren, die sie im Masterstudiengang weiter vertiefen können. Darüber hinaus besteht eine Vielzahl weiterer Wahlmodule, die zur Profilschärfung oder zur Kompetenzerweiterung belegt werden können. Dieser Bereich der weiterführenden Wahlmodule, („Ergänzungsmodule“ sowie weitere Wahlmodule) hat einen Umfang von max. 25 Credits. Wurden in der Kategorie der Module mehr Credits als das minimal erforderliche Belegt reduziert sich die Anzahl der erforderlichen Credits aus dem weiterführenden Katalog entsprechend um diesen Überhang. Ein beispielhafter Studienplan ist im Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Im Laufe des Studiums besuchen die Studierenden auch Wahlmodule aus dem Bereich der „Allgemeinbildenden Fächer“ (S.2.5). Im 4-6 Semester und insbesondere im Rahmen von Wahlmodulen finden häufiger Seminare, Laborpraktika, Rechnerübungen und Feldübungen im Gelände statt. Diese nutzen einerseits die niedrigeren Teilnehmer*innenzahlen aus, um eine individuellere und somit effektivere Betreuung zu geben, andererseits bietet die praktische („Hands On“) Tätigkeit ein tieferes Verständnis der Materie als die rein theoretische Betrachtung.



Der Bachelorstudiengang wird im 6 Semester mit der Bachelor's Thesis (Umfang 10 Credits) abgeschlossen. Diese ist die erste selbstständige wissenschaftliche Arbeit im Studiengang des Umweltingenieurwesens. Eine Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten sowie zur Literaturrecherche und korrekter Zitierweise wird angeboten. Um das erforderlichen fachspezifische Vorwissen zu gewährleisten erfolgt die Zulassung zur Bachelor's Thesis, sobald die Studierenden einen erfolgreich abgelegten Modulumfang von 120 ECTS vorweisen können. Spätestens 12 Monate nach diesem Termin muss die Arbeit begonnen werden. Die Bearbeitungszeit beträgt maximal 5 Monate. Zur Bewertung wird eine wissenschaftliche Ausarbeitung verfasst und ein nicht-benoteter Vortrag über den Inhalt beim betreuenden Lehrstuhl abgehalten. Zur Stärkung des Praxisbezugs kann die Bachelor's Thesis auch in Zusammenarbeit mit einem externen Aufgabensteller, z.B. einem Unternehmen oder einer ausländischen Partneruniversität, bearbeitet werden. Hierfür ist jedoch eine Co-Betreuung durch eine fachkundig prüfende Person aus der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt erforderlich.

Zusammenfassend weist der Studiengang folgende Leistungsvorgaben auf:

- Der Gesamtumfang des Studiengangs beträgt 180 ECTS Credits.
- Aus Veranstaltungsmodulen sind insgesamt 170 Credits zu erbringen, untergliedert in:
 - Pflichtmodule: 115 Credits
 - Wahlmodule in den Profilen: insgesamt min. 30 Credits (min. 10 Credits pro Profil)
 - Weiterführende Wahlmodule: max. 25 Credits
 - Allgemeinbildende Fächer: 5 Credits
 - Bachelor's Thesis. 10 Credits für die

Internationalität spielt im Umweltingenieurwesen aufgrund der globalen Dimension der betrachteten Aufgabenfelder eine besonders wichtige Rolle. Eine erhöhte Mobilität am Anfang des Bachelorstudiengangs ist jedoch nicht erwünscht. In diesem frühen Stadium sind die Curricula der Ingenieursstudiengänge relativ ähnlich und können den Studierenden nicht den erwünschten Blick über die fachliche Profilbildung ihrer Heimatuniversität hinaus bieten. Die Studierenden werden daher ermutigt, einen Auslandsaufenthalt erst in fortgeschrittenen Semestern anzutreten, in denen die fachspezifischen Module angeboten werden. Der Studienplan bietet daher im letzten Fachsemester die Möglichkeit eines Mobilitätsfensters, in dem lediglich Wahlmodule und die Abschlussarbeit stattfinden.

Um den Studierenden einen Auslandsaufenthalt möglichst ohne Studienzeitverlängerung zu ermöglichen, wurde im Jahr 2016 ein fakultätsweites, vereinfachtes Verfahren zur Anerkennung von Studienleistungen eingeführt, was durch eine persönliche Beratung begleitet wird. Die Studierenden können ihre gesamten Credits aus dem weiterführenden Wahlmodulkatalog aus der Partneruniversität einbringen, wobei die Modulbeschreibungen geprüft werden. Eine Gleichwertigkeitsprüfung findet nicht statt. Ihre Vorauswahl an Modulen wird mit der verantwortlichen Studienfachberatung noch vor der Erstellung des Learning Agreements besprochen. Die Module müssen lediglich fachlich im Sinne der weiterführenden Wahlmodule passen und eine ähnliche Profilbildung ermöglichen, die durch die TUM-Wahlmodule beabsichtigt wird, wobei Spielraum für die speziellen Schwerpunkte anderer Universitäten gegeben ist. Die gemeinsam abgestimmte Auswahl wird schriftlich festgehalten. Die Studierenden können ihr Auslandssemester mit der verlässlichen Aussage der Fakultät antreten, dass die vereinbarten Module in den Wahlmodulkatalog aufgenommen werden. Die Anerkennung von Pflichtmodulen der Semester 1-5 durch im Ausland erbrachte Leistungen erfolgt über eine Gleichwertigkeitsprüfung durch den jeweiligen Professor/ der jeweiligen Professorin an der TUM, was ebenfalls vor dem Erstellen des Learning Agreements festgestellt wird.

Die Anfertigung einer Abschlussarbeit im Auslandssemester wird ebenfalls unterstützt. Hierzu muss eine fachkundig prüfende Person der Fakultät das Thema als passend akzeptieren und im Anschluss an das Auslandssemester die Note anerkennen.



Auslandsaufenthalte zu Praktikumszwecken sind ebenfalls möglich. Diese können als Ganzes oder als Teil des sechswöchigen Berufspraktikums (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) anerkannt werden. Freiwillige Praktika in höheren Fachsemestern werden nach inhaltlicher Prüfung ebenfalls unterstützt.