



Technische Universität München

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering)*

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen,
Technische Universität München

16.02.2015

Bezeichnung: Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering)

Organisatorische

Zuordnung: Bauingenieur- und Vermessungswesen

Abschluss: Master of Science (M.Sc.)

Regelstudienzeit

(Credits): 4 Semester (120 Credits)

Studienform: Vollzeit

Zulassung: Eignungsverfahren

Starttermin: WS 2006/07

Sprache: Englisch

Studiengangs-

verantwortliche/-r: Univ.-Prof. Dr.-Ing Gerhard Müller,
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	5
1.1. Leitidee und Ziele des Studiengangs	5
1.1.1. Urbane Räume	5
1.1.2. Umweltgefahren	6
1.1.3. Ressourcen und Energie	7
1.1.4. Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt	7
1.2. Aktualität und Ausrichtung des Studiengangs	8
1.3. Strategische Bedeutung des Studiengangs	9
1.3.1. Bauen	10
1.3.2. Infrastruktur	10
1.3.3. Umwelt	11
1.3.4. Planet Erde	12
1.3.5. Einordnung des Studiengangs	12
1.4. Anforderungen und Zielgruppen	13
2. Qualifikationsprofil	14
2.1. Allgemeine Qualifikationen	14
2.2. Qualifikationen mit Studienrichtung „Urban Environments and Transportation“	15
2.3. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Hazards and Resources Management“	15
2.4. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Quality and Renewable Energy“	16
2.5. Qualifikationen mit Studienrichtung „Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden“	16
3. Bedarfsanalyse	17
3.1. Nachfrage der Absolventen auf dem Arbeitsmarkt	17
3.2. Nachfrage potenzieller Studierender	19
3.3. Limitierende Faktoren	20
3.4. Quantitative Zielzahlen	21
4. Wettbewerbsanalyse	22
4.1. Externe Wettbewerbsanalyse	22
4.2. Interne Wettbewerbsanalyse	24

4.2.1. Abgrenzung zum Masterstudiengang Bauingenieurwesen.....	24
4.2.2. Abgrenzung zum Masterstudiengang Transportation Systems.....	25
4.2.3. Abgrenzung zum Masterstudiengang Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen	26
5. Aufbau des Studiengangs.....	26
5.1. Strukturierung	26
5.2. Leistungen	28
5.2.1. Leistungsvorgaben.....	28
5.2.2. Studierbarkeit.....	28
5.3. Profilbildung und Schwerpunktsetzung.....	29
5.4. Lern- und Lehrformen.....	30
5.5. Mobilität.....	31
5.5.1. 1:1 Programm mit der DTU Kopenhagen	31
5.5.2. Double Degree mit der KTH Stockholm.....	32
6. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten.....	32
6.1. Organisatorische Anbindung	32
6.2. Zuständigkeiten	34
7. Ressourcen	35
7.1. Personelle Ressourcen	35
7.2. Sachausstattung, Räume	36
Anhang I: Musterstudienpläne	37
Studienrichtung 1: Urban Environments and Transportation	37
Studienrichtung 2: Environmental Hazards and Resources Management	37
Studienrichtung 3: Environmental Quality and Renewable Energy.....	38
Studienrichtung 4: Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden	38
Anhang II: Handreichungen.....	39
Richtlinien für die Anerkennung von Modulen aus dem Gesamtangebot der TUM	39
Richtlinien für die Durchführung und Ausgestaltung des Study Project.....	42
Richtlinien für das 1:1 Programm mit der DTU	44

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 Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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, sogar 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 lassen sich anhand der drei Elemente Boden, Luft und Wasser und ihrer Wechselwirkungen mit der technischen Welt verdeutlichen.

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 Verteilt werden. Ebenso verlässt es die Städte als teilweise stark verschmutztes Abwasser, was abgeführt und gereinigt werden muss. Die versiegelte Fläche innerhalb der Städte generiert darüber hinaus Ströme aus Regenwasser, das nicht mehr in den Untergrund versickert und oft auch nicht direkt in Flüssen eingeleitet werden kann.

Das Element Luft wird durch die besondere morphologische Beschaffenheit der Städte und durch die hohe Konzentration intensiver Landnutzung beeinflusst. Dieses besondere Lokalklima wird durch die Ausbreitung von Stoff- und Wärmeemissionen charakterisiert und prägt auf besondere Weise das Leben der Stadtbewohner. Als einer der zentralen Einflussfaktoren auf das Stadtklima 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 einer Nachhaltigen Richtung lenken.

1.1.2. Umweltgefahren

Aus allen drei Elementen, Boden, Luft, Wasser, können Gefahren für das menschliche Leben, die wirtschaftliche Tätigkeit aber auch die Natur selbst drohen. Extreme Wetterereignisse führen zur Entfesselung großer Wassermengen und somit zu Hochwasserereignissen. Die Dynamik des Bodens, oft ebenfalls beeinflusst vom Wetter führt zu Hangbewegungen und Hangrutschen. 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, stellt heute das Risiko und das Gefahrenpotenzial, das aus ihnen ausgeht eine abschätzbare Größe dar.

Die Gefahrenmechanismen wirken jedoch auch in umgekehrter Richtung. Die drei Elemente werden auch indirekt aus menschlicher Tätigkeit beeinträchtigt, vor durch den Eintrag von Schadstoffen.

Ziel des Studiengangs ist es, Ingenieure mit den nötigen Fähigkeiten auszustatten, diese wechselseitige Beziehung zwischen Mensch und Umwelt, die zu einer Gefahr

für beide werden können, verstehen, abschätzen und mit gezielten Strategien und Maßnahmen 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 ihr Nutzung sondern auch andere Eingriffe gefährdet. Wasserressourcen werden 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 Energiequellen einen starken Ausbau. Dieser Ausbau ist aber den Randbedingungen eines aus wirtschaftlicher Sicht gestalteten Energiemix unterworfen. Darüber hinaus muss sich auch die Erschließung der erneuerbaren Energien den Anforderungen der Nachhaltigkeit unterwerfen.

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

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, das nach dem heutigen Verständnis der Nachhaltigkeit genutzt werden muss. Vielfältigen Kulturlandschaften, Städtebauformen sowie Gebäudekonstruktionen und Materialien weisen stark unterschiedliche Effizienzwerte im Bereich der Energie und Ressourcenverbrauch. 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 Effizienz der bebauten Umwelt und insbesondere der Gebäude unter Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsdreiecks aus 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 Mega-Cities und die damit verbundenen Probleme von Ver- und Entsorgung spiegeln sich in den Studienthemen zum Urbanen Klima, zur Siedlungswasser- und Wassermengenwirtschaft sowie zur nachhaltigen Mobilität wieder.

Das wachsende Bewusstsein der Gesellschaft über den Klimawandel und den Verbrauch natürlicher Ressourcen finden sich in verstärkt an der Auseinandersetzung der Studierenden mit den Themen des Klimas und der Energie sowie des Nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen. Das Themenkomplex wird rational behandelt und über die Anwendung transparenter Methoden von der hohen Emotionalisierung gelöst, die es 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 neuen 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. Der Schwerpunkt 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 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. reelle Projekten aus der Forschungs- und Anwendungspraxis.

Der Studiengang ist bewusst international ausgerichtet. Dies ist nicht nur in dem erheblichen Bedarf an Knowhow-Transfer in Umwelttechnologien und -lösungen zwischen Deutschland und den Drittwelt- und Schwellenländern und somit in der Ausbildung internationaler Studierender begründet. Vielmehr erfordern die globalen Herausforderungen, an deren Bewältigung die Umweltingenieure gefragt sind, eine Denkweise und schlussendlich eine Einsatzfähigkeit der Absolventen über die lokalen Grenzen hinaus.

1.3. Strategische Bedeutung des Studiengangs

In ihrem Grundverständnis ist die Technische Universität München 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 Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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 Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering) bildet dabei das Bindeglied zwischen den Themengebieten Bauen, Mobilität und Infra-

struktur sowie 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 paar sie mit Natur- und Umweltwissenschaft.

1.3.1. Bauen

Gemäß dem Leitbild der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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 der Baustoffe, der Energieleistung von Bauten oder dem Lebenszyklus von Konstruktionen mit der übergreifenden Sicht auf die natürlichen Prozesse, auf 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 Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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 (Siedlungsstruktur, Nutzungsstruktur), der Folgen (Verkehrsprobleme, Emis-

sionen, Auswirkungen auf das urbane Klima) und der Maßnahmen (Integrierte Siedlungsstruktur- und Verkehrsplanung, Verkehrssteuerung, Luftreinhaltung). Ferner wird durch die thematische Bündelung auch die Verwandtschaft auf Ursachenseite mit dem Entstehen von Abfallmengen und Abwasser verdeutlicht.

1.3.3. Umwelt

Die Umwelt stellt das zentrale Thema des Studiengangs dar und wird sowohl im Leitbild der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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 den wichtigen Schwerpunkt Boden aus den Geowissenschaften sowie dem Wissenschaftszentrum Weihenstephan. 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 Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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 Studienrichtungen statt.

1.3.5. Einordnung des Studiengangs

Orientiert an dem Leitbild bietet die Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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.

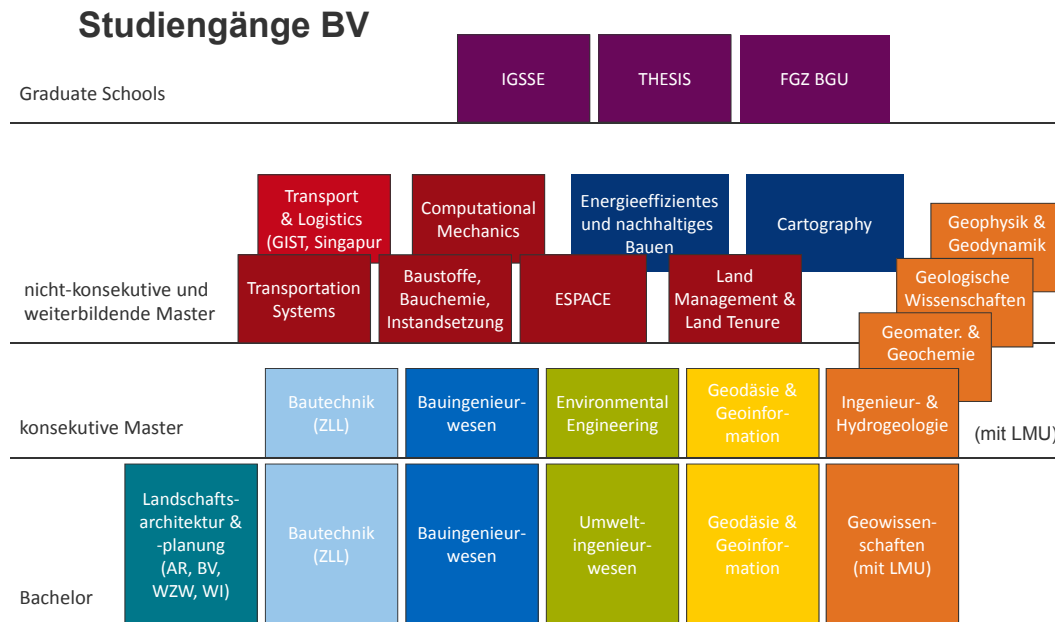


Abbildung 1: Studiengänge der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen

Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering) ist die konsekutive 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 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 ausgewogene Mischung an Kompetenzen sowohl in Ingenieur- als auch in Naturwissenschaft gelegt. Bewerber müssen, ungeachtet ihrer angestrebten Spezialisierungsrichtung, ein solides Grundwissen auf Bachelorniveau in den meisten Bereichen, die in den Studienrichtungen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen vertieft werden, aufweisen. Von besonderer Bedeutung sind, neben dem allgemeinen ingenieurwissenschaftlichen Verständnis, Kenntnisse in Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft, Wasserbau, Hydromechanik, Verkehrspla-

nung und Verkehrstechnik sowie Geotechnik. Besonderer Wert wird auch auf die naturwissenschaftlichen Grundlagen in Chemie, 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 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 Kompetenzen, Fertigkeiten und Kenntnissen.

2.1. Allgemeine Qualifikationen

Die Absolventen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen (Environmental Engineering) sind unabhängig von der gewählten Studienrichtung in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen systematisch zu strukturieren und methodische Lösungsansätze unter Integration ökologischer und ökonomischer Aspekte im Sinne eines integralen Planens zu erarbeiten. Durch die vermittelten übergreifenden Grundlagen, Methoden und Technologien besitzen die Absolventen ein fundiertes und fachübergreifendes Wissen zu Methoden der Gewinnung von umweltrelevanten Daten sowohl im Gelände als auch über Verfahren der Fernerkundung. Sie sind mit den aktuellen Verfahren der Verarbeitung und von Umweltdaten vertraut und haben Kenntnis der gängigsten Methoden zu deren Visualisierung, insbesondere durch den Einsatz von Geoinformationssystemen. Sie sind in der Lage in Abhängigkeit von der geforderten Aufgabenstellung umfangreiche Netze zur Datenerhebung aufzubauen, aus den gewonnenen Daten Prozesse in der Umwelt zu modellieren, höherwertige Information zu generieren und diese in einer geeigneten Form darzustellen. Sie sind darüber hinaus befähigt selbstständig an der Weiterentwicklung ihres Instrumentariums, z.B. im Gebiet der Softwarelösungen, mitzuarbeiten. Durch

unterschiedliche Laborpraktika weisen Sie eine hohe Methodenkompetenz im Aufbau und Durchführung von Versuchen in Bereichen der Mikrobiologie, Boden- und Wasserchemie aber auch in der Modellierung von Strömungs- und Transportprozessen. Die Breite der angebotenen Veranstaltungen und das Umfeld des internationalen Studiengangs erlauben den Absolventen ihr Arbeitsfeld in seinem wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kontext sowie in seiner globalen Dimension zu betrachten.

2.2. Qualifikationen mit Studienrichtung „Urban Environments and Transportation“

Absolventen mit der Studienrichtung „Urban Environments and Transportation“ weisen zusätzlich vertieftes Wissen in der komplexen Problematik des urbanen Raums auf. Sie sind vertraut mit den Zusammenhängen zwischen Siedlungs- und Wirtschaftstätigkeit und dem Bedarf nach Versorgung mit Trink- und Brauchwasser, Verkehrs- und Mobilitätsangeboten sowie der damit verbundenen Generierung von Abwasser, Abfall und Luftschadstoffen. Sie haben Kenntnis des relevanten Rechtsrahmens und des Standes der Technik in Trinkwasseraufbereitung, Abwasserreinigung und Verkehrsplanung bzw. Verkehrssteuerung und Luftreinhaltung. Sie sind in der Lage diese Felder in Modellierung und Simulation, beispielsweise von der Ausbreitung von Luftschadstoffen oder dem Verkehrsfluss, darzustellen und Strategien zu ihrer Verbesserung zu entwickeln. Sie können technische Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung sowie zur Behandlung von Abfällen und Abwasser konzipieren, dimensionieren und im laufenden Betrieb überwachen.

2.3. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Hazards and Resources Management“

Absolventen mit der Studienrichtung „Environmental Hazards and Resources Management“ weisen zusätzlich zu den allgemeinen Kompetenzen ein vertieftes Wissen in der Analyse, Bewertung und Prävention von Naturgefahren auf. Sie sind vertraut mit der Dynamik, die in den Bereichen Wasser, Boden und Klima vorherrscht sowie mit den Auswirkungen menschlicher Eingriffe in diese Bereiche, beispielsweise Schadstoffausstoß oder Ressourcenverbrauch.. Durch die Anwendung gängiger

Verfahren zur Risikobewertung können sie die aus dieser Dynamik resultierenden Gefahren für Mensch und Umwelt abschätzen und bewerten. Sie können gezielt Strategien entwickeln, um einerseits menschengenerierte Gefahren abzuwenden, andererseits aus natürlichen Phänomenen resultierenden Gefahren vorzubeugen. Durch praxisnahe Übungsarbeit können die Absolventen dieses Wissen in den Themengebieten der Schutzwasserwirtschaft, der Schadstoffverbreitung in Boden und Wasser, dem Schutz vor Hangbewegungen, der Auswirkungen des Klimawandels sowie der Nutzung von Wasser und Boden als Ressourcen anwenden.

2.4. Qualifikationen mit Studienrichtung „Environmental Quality and Renewable Energy“

Absolventen mit der Studienrichtung „Environmental Quality and Renewable Energy“ weisen vertieftes Wissen in Methoden zur Bestimmung und Bewertung der Qualität der Ressourcen Wasser, Luft und Boden. Sie sind in der Lage, die Qualität in ihrer Bandbreite aus Merkmalen der stofflichen Güte, der chemischen Zusammensetzung, der mikrobiellen Prozesse und der Nutzbarkeit als Rohstoff oder Energielieferant zu betrachten und darauf aufbauend Maßnahmen zu ihrer Sicherstellung und/oder Wiederherstellung zu entwickeln und zu implementieren. Ferner besitzen sie umfangreiches Wissen im Gebiet der Nutzung von Wind, Wasser, Sonne und Boden als Grundlage erneuerbarer Energien. Sie können die Potenziale der einzelnen Energieträger abschätzen und die Wirkungsweise von Technologien zu ihrer Nutzung verstehen sowie Konzepte und Planungen zur Implementierung dieser Technologien entwickeln.

2.5. Qualifikationen mit Studienrichtung „Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden“

Absolventen mit der Studienrichtung „Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden“ weisen vertieftes Wissen in der energetischen und materialtechnischen Nachhaltigkeit von Bauten, Siedlungen und Kulturlandschaften über ihren gesamten Lebenszyklus auf. Sie sind in der Lage, vielfältige Planungsinstrumente für die nachhaltige Gestaltung in der Landschafts-, Stadt- und Gebäudeplanung zu verstehen und zielorientiert anzuwenden. Sie sind vertraut mit den bauphysikalischen Vorgän-

gen in Gebäuden bezogen auf Wärme, Feuchte und Schall sowie mit der Wirkung unterschiedlicher Baustoffe in Hinblick auf ihre Umwelteffizienz. Sie können Konzepte zum nachhaltigen und energieeffizientem Bauen entwickeln. Darüber hinaus haben Absolventen Kenntnisse über Nachhaltigkeit von Gebäuden aus wirtschaftlicher, sozialer und kultureller Sicht. Sie können eine Synthese dieser Aspekte der Nachhaltigkeit in die Planung von Siedlungen und Bauwerken einfließen lassen und Einklang mit der ökologischen Dimension bringen.

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. Mögliche Arbeitgeber sind angesiedelt in:

- Öffentlicher Dienst
 - Bundes- und Landesämter für Umwelt und Wasserwirtschaft
 - Bundes- und Landesbehörden für Bau, Infrastruktur und Verkehr
 - Städtische Referate für Umwelt, Ver- und Entsorgung und Gesundheit
 - Städtische Planungsämter
 - Europäische Behörden für Umwelt
- Industrie – Herstellung
 - Anlagenbau für Ver- und Entsorgung
 - Anlagenbau für regenerative Energien
- Industrie – Betrieb und Dienstleistungen
 - Öffentliche und privatwirtschaftliche Unternehmen für Wasserversorgung und Stadtentwässerung
 - Öffentliche und privatwirtschaftliche Unternehmen für Entsorgung und Recycling
 - Öffentliche und privatwirtschaftliche Unternehmen für den Betrieb von Anlagen zur Gewinnung regenerativer Energien
 - Verkehrsunternehmen
- Ingenieurbüros – Planung, Consulting, Ausführung und Prüfung
 - Wasserbau und Wasserwirtschaft
 - Katastrophenschutz (Erd- und Wassergefahren)
 - Altlastensanierung

- Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft
- Hydraulische Anlagen und Leitungssysteme
- Regenerative Energien
- Flächennutzungs- und Siedlungsplanung, Städtebau
- Verkehrsplanung und -betrieb
- Energiesanierung und Instandsetzung von Gebäuden
- Entwicklungsfirmen Software und Computing
- Forschung und Entwicklung
 - Universitäten
 - Industrieunternehmen
- Unabhängige Organisationen, Verbände, NGO

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 Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen 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. Ein genauer Anteil der Umweltingenieure ist daraus derzeit noch nicht auszurechnen, da durch die Umweltingenieure zukünftig Felder mit besetzt werden, die bislang Bauingenieuren vorbehalten waren.

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.

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 Tabelle 1 zeigt das Verhältnis zwischen Bewerbungen und Zulassungen im Masterstudiengang seit dem WS 2010/2011, an dem die Bewerbung über das TUMonline Portal erfolgt und somit verlässliche Statistikdaten vorliegen. Der hohe Unterschied zwischen Bewerberzahl und Zulassungen ist Resultat des Eignungsverfahrens, dass nur Bewerber zulässt, die sich in ihrem Vorstudium vergleichbare Kompetenzen angeeignet haben, die dem Bachelor in Umweltingenieurwesen entsprechen oder sehr ähnlich sind. Zum anderen erlischt ein Teil der Bewerbungen dadurch, dass Bachelorstudierende, die ihre Bewerbung im vorletzten Studiensemester erstellen, den Bachelor nicht fristgerecht abschließen können.

Tabelle 1: Anmeldungen und Zulassungen seit Beginn des Online-Bewerbungsverfahrens⁴

Studienjahr	2010/2011	2011/2012
Bewerber	177	272
Zugelassen	88	129

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

⁴ Quelle: Datenauswertungen der Eignungskommission für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen

Die Tabelle 2 zeigt die Entwicklung der Anfängerzahlen im Masterstudiengang im Vergleich zu den Absolventenzahlen des dazugehörigen Bachelorstudiengangs an der TUM. Im Durchschnitt lässt sich sagen, dass ca. $\frac{2}{3}$ der Bachelorabsolventen in den konsekutiven Masterstudiengang einsteigen. Die restlichen werden aber in den seltensten Fällen mit einem Bachelorabschluss in den Arbeitsmarkt entlassen. Vielmehr wechseln sie in andere Masterstudiengänge der TUM, wie Bauingenieurwesen, Sustainable Resource Management oder Energie und Nachhaltigkeit von Gebäuden.

Tabelle 2: Entwicklung der Anfängerzahlen und Übergang vom Bachelor zum Master in Umweltingenieurwesen⁵

Semester	WS 06/07	WS 07/08	WS 08/09	WS 09/10	SS 10	WS 10/11	SS 11	WS 11/12
Anfänger MSc	7	11	10	24	14	55	24	45
Absolventen BSc im Vorsemester	-	-	-	29	19	52	37	63

Da der dazugehörige Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen zum WS 2006/2007 startete, bestanden die ersten drei Jahrgänge des Masterstudiengangs ausschließlich aus externen Bewerbern. Erst seit dem WS 2009/2010 beginnen die TUM-eigenen Bachelorabsolventen den Masterstudiengang zu besuchen..

Durch den zunehmenden Anteil an TUM-eigenen Bachelorabsolventen ergibt sich auch eine Durchmischung von deutschen und ausländischen Studierenden. Von den 148 Studierenden aller Jahrgänge, die im WS 2011/2012 im Masterstudiengang immatrikuliert waren, besaßen 36 (ca. 25%) eine ausländische Hochschulzugangsbe-rechtigung.

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

⁵ Quelle: Auswertung von Zulassungsdaten aus TUMonline und Statistiken des Prüfungsausschusses für das Umweltingenieurwesen

Fakultät geschafft, der Nachfrage durch entsprechende Bereitstellung von Ressourcen Rechnung zu tragen. Bei der gegenwärtigen Entwicklung der Studierendenzahlen muss über die offizielle Aufstockung der Ressourcen nachgedacht werden.

3.4. Quantitative Zielzahlen

Die Absolventenzahlen des Masterstudiengangs sind noch gering, da in den vergangenen Jahren die ersten nachfrageschwachen Jahrgänge fertig wurden. Seit dem akademischen Jahr 2010/ 2011 schließen auch Studierende mit konsekutivem Bachelor- und Masterstudium an der TUM ab. Die Absolventenzahlen werden in den kommenden zwei bis drei Jahren die Zahl 100 überschreiten.

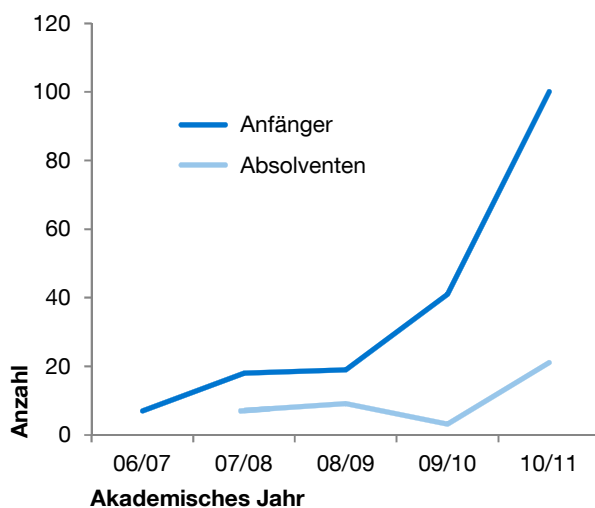


Abbildung 2: Entwicklung der Studienanfänger und Absolventenzahlen⁶

Anhand der Daten aus dem bayerischen Arbeitsmarkt zielt die Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen auf eine Anfängerzahl von ca. 400 bis 500 Studierende insgesamt für Bau- und Umweltingenieurwesen. Durch die Internationalisierung der Studiengänge sollen diese Zahlen insgesamt um 20% erhöht werden. Auch, wenn sich noch keine quantitativ verlässliche Aufteilung zwischen Bau- und Umweltingenieuren auf dem Arbeitsmarkt erstellen lässt, zeigen die Anfängerzahlen

⁶ Quelle: Auswertung von Zulassungsdaten aus TUMonline und Statistiken des Prüfungsausschusses für das Umweltingenieurwesen

(Tabelle 2, Abschnitt 3.2) und die in aufgeführten Absolventenzahlen, dass der für den Master Studiengang Umweltingenieurwesen noch Wachstumspotenzial besteht.

4. Wettbewerbsanalyse

4.1. Externe Wettbewerbsanalyse

Der Beruf des Umweltingenieurs, der im Ausland seit Jahrzehnten etabliert ist, wurde bisher in Deutschland im Spektrum des Bauingenieurwesens angesiedelt, daher waren Themenstellungen des Umweltingenieurwesens 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 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 oder 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 3 zu sehen.

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

Tabelle 3: 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

Das Umweltingenieurwesen ist außerhalb des deutschsprachigen Raums eine seit Jahrzehnten bekannte, eigenständige Ingenieurwissenschaft. In Deutschland hingegen waren Inhalte des Umweltingenieurwesens im Bauingenieurwesen integriert. Nach einem grundständigen Bauingenieurstudium, konnten Studierende im sog. „Vertiefungsstudium“ in entsprechenden Richtungen spezialisieren und ein gewisses Profil in Wasser- oder Verkehrsfächern aufbauen. Erst in den letzten zehn Jahren entstanden in Deutschland eigenständige Studiengänge in Umweltingenieurwesen. Innerhalb der TUM besteht daher eine Verwandtschaft des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen mit den Masterstudiengängen Bauingenieurwesen, Transportation Systems sowie Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen.

4.2.1. Abgrenzung zum Masterstudiengang Bauingenieurwesen

Das Bauingenieurwesen weist achtzehn 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 Studienrichtungen 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, nach der der themenspezifische Inhalt betrachtet wird, umfasst beim Umweltingenieurwesen mehrere Kernelemente auf, die dem Bauingenieurwesen fehlen:

- die vertiefenden naturwissenschaftlichen Grundlagen aus Chemie, Mikrobiologie, Geologie/ Hydrogeologie, Klimatologie
- die Betrachtung der Elemente Boden, Wasser und Luft aus mehr Perspektiven als der rein konstruktiv-technologischen des Bauingenieurwesens. Dies

umfasst Themen der stofflichen Güte der Elemente 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

Die erste Studienrichtung des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen weist 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 tiefe und umfassende Sicht auf das System Mobilität und Verkehr aufweisen. Das Umweltingenieurwesen bildet Ingenieure aus, die auf die Wechselwirkung zwischen natürlicher und technischer bzw. bebauter Umwelt fokussieren. In diesen Wechselwirkungen bildet der Verkehr einen von mehreren Teilaspekten.

Die Studienrichtung des Umweltingenieurwesens befasst sich mit den Umweltproblemen urbaner Räume aus einer gesamtheitlichen Sicht, in der neben dem Verkehr auch Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft sowie die Stadtklimatologie tragende

Rollen spielen. Die gemeinsamen Teile liefern den Umweltingenieuren das nötige planerische und technologische Instrumentarium, um den verkehrlichen Teil urbaner Fragestellungen zu begegnen.

4.2.3. Abgrenzung zum Masterstudiengang Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen

Die vierte Studienrichtung des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen weist eine Überschneidung mit dem Masterstudiengang Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen (ENB) auf. Die Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt ist ein Aufgabengebiet der Umweltingenieure. Diese betrachten jedoch das Themengebiet aus dem Blickwinkel. Die Umsetzung von Konzepten zur Effizienz und Nachhaltigkeit der Gebäude sowie zur optimierten Nutzung der Ressourcen wird, unter Berücksichtigung räumlicher, baulicher und kultureller Aspekte, im Kontext der Interaktion zwischen bebauter und natürlicher Umwelt betrachtet. Der Masterstudiengang ENB komplettiert dieses Wissen mit vertiefenden Studien in Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung, Immobilienmanagement, vertiefende Bauphysik und/oder Gebäudekonstruktion. Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen vervollständigt diesen gemeinsamen Bereich mit Wissen über Wirkungen auf globale Systeme und ökologischer Nachhaltigkeit und baut ihn in den für den Studiengang typischen großräumigen Strategien zur Ressourcenschonung und Energiegewinnung ein.

5. Aufbau des Studiengangs

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

5.1. Strukturierung

Im ersten Semester wählen die Studierenden eine aus vier Studienrichtungen (Fields of Study) und legen somit ihr individuelles Spezialisierungsprofil fest. Die Studienrichtungen sind:

1. Urban Environments and Transportation
 - Nachhaltige Gestaltung der Infrastruktur in urbanen Räumen

- Planung/ Entwicklung technischer Anlagen zur Ver- und Entsorgung (Trinkwasser, Abwasser, Abfall)
 - Management städtischer und überregionaler Verkehrssysteme
 - Stadtklimatische und lufthygienische Fragestellungen
2. Environmental Hazards and Resources Management
- Vorhersage, Bewertung, Minderung von Natur- und Umweltgefahren
 - Schwerpunkt liegt auf Risiken durch Wasser, Geogefahren, Ausbreitung von Schadstoffen
 - Erlernung von technisch fundierten Lösungskonzepten und Strategien zur Schadensbegrenzung und -vermeidung
3. Environmental Quality and Renewable Energy
- Nachhaltiges Management der stofflichen Güte der Ressourcen Wasser, Boden und Luft
 - Techniken und Konzepte zur Nutzung regenerativer Energien (Wasserkraft, Geothermie, Windkraft etc.)
4. Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden
- Energieeffizienz und Nachhaltigkeit des Bauens unter Integration ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Aspekte
 - Betrachtung der Lebenszyklen von Bauwerken und Baustoffen

Zur Erlangung grundlegender Kompetenzen besteht ein für Studierende aller Studienrichtungen gemeinsamer Teil des Curriculums aus Übergreifenden Methoden, Technologien und Grundlagen (Crosscutting Methods, Technologies and Fundamentals).

Die Struktur des Studiengangs wird in Abbildung 3 verdeutlicht.

Field of Study 1: Urban Environments and Transportation	Field of Study 2: Environmental Hazards and Resources Management	Field of Study 3: Environmental Quality and Renewable Energy	Field of Study 4: Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden	ECTS	ECTS
				≥36	75
Cross Cutting Methods, Technologies and Fundamentals				≥21	
Study Project				15	45
Master's Thesis				30	

Abbildung 3: Struktur des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen

5.2. Leistungen

5.2.1. Leistungsvorgaben

Aus Veranstaltungsmodulen sind insgesamt 75 ECTS zu erbringen, untergliedert in:

- Übergreifenden Methoden, Technologien und Grundlagen: mind. 21 ECTS aus Wahlmodulen
- Aus der gewählten Studienrichtung: mind. 36 ECTS, davon mind. 24 aus Wahlpflichtmodulen
- Aus dem Gesamtangebot der TUM: max. 18 ECTS aus Wahlmodulen nach individueller Beratung mit einem Mentor

Hinzu kommen 15 ECTS aus einem praxisnahen Studienprojekt (Study Project) und 30 ECTS für die Master's Thesis.

5.2.2. Studierbarkeit

Die Möglichkeiten zur Gestaltung des Studienplans und Verteilung der Leistungen sind unzählig. Die Abbildung 4 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
Wahlpflichtmodul aus der Studienrichtung 6 Credits	Wahlpflichtmodul aus der Studienrichtung 6 Credits	Wahlmodul aus der Studienrichtung 3 Credits	Master's Thesis 30 Credits
Wahlpflichtmodul aus der Studienrichtung 6 Credits	Wahlpflichtmodul aus der Studienrichtung 6 Credits	Wahlmodul aus Cross Cutting Methods 6 Credits	
Wahlmodul aus der Studienrichtung 3 Credits	Wahlmodul aus der Studienrichtung 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	
Wahlmodul aus Cross Cutting Methods 3 Credits		Study Project 15 Credits	
Wahlmodul aus Cross Cutting Methods 6 Credits	Wahlmodul aus Cross Cutting Methods 6 Credits		
Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits		
Σ Credits: 30	Σ Credits: 30	Σ Credits: 30	
Σ Prüfungen: 6	Σ Prüfungen: 5	Σ Prüfungen: 4	Σ Prüfungen: 1

Abbildung 4: Musterstudienplan für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen

Durchschnittlich ergeben sich je nach gewählter Modulkombination sechs bis sieben Modulprüfungen pro Semester. Diese sind jedoch nicht in ihrer Gänze schriftliche oder mündliche Prüfungen im herkömmlichen Sinne.

Spezifische Musterstudienpläne für alle Studienrichtungen sind im Anhang I zu finden.

5.3. Profilbildung und Schwerpunktsetzung

Die Strukturierung des Studiums in „Studienrichtung“ 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 der Verzicht auf Pflichtfächer und das erweiterte Angebot an Wahlpflichtfächern innerhalb der gewählten Studienrichtung die Möglichkeit, eigene Schwerpunkte zu setzen. Mit Blick auf einen späteren Arbeitgeber erhält der Studierende dabei einen leicht zu vermittelnden Spezialisierungstitel. Die Zusammensetzung der „Übergrei-

fenden Methoden“ aus Wahlfächern geben den Studierenden die Möglichkeit, Module auszusuchen, die einerseits für ihre Studienrichtung besonders relevant sind, andererseits schaffen sie eine gewisse Homogenisierung des Grundwissens unter den Studierenden mit unterschiedlichem fachlichen Hintergrund. Die darüber hinaus zu erbringenden Leistungen aus dem gesamten Spektrum der Technischen Universität München leisten einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Interdisziplinarität und der individuellen Profilbildung. Zur Sicherung der Qualität des daraus resultierenden Studienplans besteht die Pflicht, diesen in Zusammenarbeit mit einem Mentor aus den Reihen der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen mit Beteiligung im Studiengang zu erstellen.

5.4. Lern- und Lehrformen

Im Curriculum ist eine Vielfalt aus unterschiedlichen Lehr- und Lernformen vorgesehen. Wahlpflichtfächer werden häufig in der Form klassischer Vorlesungen und Übungen, 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 geben, 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.

5.5. Mobilität

Internationalität spielt im Umweltingenieurwesen aufgrund der globalen Dimension der betrachteten Aufgabenfelder eine besonders wichtige Rolle. Der Masterstudiengang 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. 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 Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen abgestimmt wurden, können Leistungen bis zu 30 ECTS aus Wahlmodulen ohne weitere Gleichwertigkeitsprüfung anerkannt werden. Für Wahlpflichtmodule erfolge jedoch nach wie vor eine genaue Gleichwertigkeitsprüfung durch den Verantwortlichen Professor. Auf diese Weise wird eine wichtige Hemmschwelle gegen einen Auslandsaufenthalt erheblich entschärft und dennoch die hohe Qualität der Ausbildung als Umweltingenieur TUM 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 15 ECTS an Leistung anerkannt werden und so der reelle Zeitverlust zu einem erheblichen 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.

5.5.1. 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.

5.5.2. 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. Die genaue Gestaltung des Doppeldiploms befindet sich gerade im Aufbau.

6. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

6.1. Organisatorische Anbindung

Der Studiengang wird durch die Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen angeboten. Diese steht auch in der Gesamtverantwortung des Studiengangs. In der Lehre sind neben der verantwortlichen Fakultät auch das Wissenschaftszentrum Weihenstephan und zu einem kleinen Teil auch die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik beteiligt. Im Einzelnen sind folgende Lehrstühle und Fachgebiete in der Lehre beteiligt:

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen		Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen	
Institut für Methodische Grundlagen		Institut für Geodäsie, GIS und Langmanagement	
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		Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie	
Institut für Baustoffe und Konstruktion		Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie	
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion		Institut für Photogrammetrie und Kartographie	
Lehrstuhl für Bauphysik		Lehrstuhl für Kartographie	
Stiftungslehrstuhl für Energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen		Fachgebiet für Photogrammetrie und Fernerkundung	
Fachgebiet Risikoanalyse und Zuverlässigkeit		Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt	
Institut für Baubetrieb, Geologie und Geotechnik		Department für Ökologie und Ökosystemmanagement	
Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau		Lehrstuhl für Bodenkunde	
Lehrstuhl für Ingenieurgeologie		Lehrstuhl für Bodenökologie	
Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung		Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik	
Fachgebiet Hydrogeologie und Geothermie		Institut für Energietechnik	
Institut für Wasserwesen		Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik	
Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft			
Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft			
Fachgebiet Hydrologie und Flussgebietsmanagement			
Institut für Verkehrswesen			
Lehrstuhl für Verkehrstechnik			
Lehrstuhl für Verkehrswegebau			
Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung			
Juniorph Professur für Mobilität, Transport und Verkehr			

Abbildung 5: Im Studiengang beteiligte Lehrstühle und Fachgebiete nach Fakultäten

6.2. Zuständigkeiten

Tabelle 4: Administrative Zuständigkeiten

Bewerbung und Zulassung	
Bewerbung, formale Eignungsprüfung	
Immatrikulationsamt der TUM	immatrikulationsamt@zv.tum.de
Eignungsverfahren	
Eignungskommission für den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen: Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen (Vorsitz) Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller Prof. Dr.-Ing. Michael Manhart Dr.-Ing. Michael Klaus Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos Dr. -Ing. Franz Zunic Dipl.-Ing. Nathalie Eßig	umwelt@bv.tum.de
Studium und Lehre	
Weiterentwicklung des Lehrangebots	
Studiendekan der Fakultät für Bauingenieur und Vermessungswesen: Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen	Kontakt über das Dekanat für Bauingenieur- und Vermessungswesen: dekanat@bv.tum.de
Studienkommission für Bau- und Umweltingenieurwesen: Prof. Dr.-Ing. Fritz Busch (Vorsitz)	Kontakt über das Dekanat für Bauingenieur- und Vermessungswesen: dekanat@bv.tum.de
Qualitätssicherung des Lehrangebots	
Referent für Studium und Lehre der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen: Dipl.-Kfm. (Univ.) Lars Lehmann	lars.lehmann@bv.tum.de
Hochschulreferat für Studium und Lehre der TUM: M.A. Kathrin Bach	kathrin.bach@tum.de
Studienfachberatung	
Studienkoordinator: Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos	tsakarestos@tum.de
Prüfungsangelegenheiten	
Prüfungsausschuss für das Umweltingenieurwesen: Prof. Dr.-Ing. Peter Rutschmann (Vorsitz) Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike Prof. Dr. Brigitte Helmreich Prof. Dr.-Ing. Daniel Straub Prof. Dr.-Ing. Thomas Wunderlich Prof. Dr.-Ing. Gebhard Wulfhorst Dr. -Ing. Antonios Tsakarestos Dr. -Ing. Franz Zunic	Kontakt über die Prüfungsverwaltung
Prüfungsverwaltung: M.A. Renate Bayer	r.bayer@bv.tum.de

7. Ressourcen

7.1. Personelle Ressourcen

Die personellen Ressourcen, die zur Durchführung des Masterstudiengangs benötigt werden sind in unten stehender Tabelle dargestellt. Hierbei wurden alle in der FPSO aufgelisteten Wahlpflicht- und Wahlmodule berücksichtigt. Ein kontinuierlicher Lehrbetrieb ist im überwältigenden Teil des Modulkatalogs durch Veranstaltungen der Lehrstühle der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen gewährleistet. Lehrimporte anderer Fakultäten haben keinen Einfluss auf die Studierbarkeit und bilden lediglich eine thematische Ergänzung des Curriculums.

7.2. Sachausstattung, Räume

Zur Durchführung des umfangreichen Curriculums wird eine Vielzahl kleinerer bis mittlerer Unterrichtsräume benötigt. Diese sind in ausreichender Anzahl vorhanden und befinden sich hauptsächlich in den Gebäuden 0, 1, 6 und N1 des Stammgeländes der TUM. Bei kleinen Veranstaltungen mit Seminarcharakter wechseln Lehrstühle vereinzelt den Ort von einem allgemeinen Saal zu einem lehrstuhligen Seminarraum.

Der Lehrbetrieb wird mit der vorhandenen Raumausstattung seit 2006 durchgeführt, daher wird auf eine genaue Auflistung der Räume verzichtet.

Neben den allgemeinen Vorlesungs- und Übungsveranstaltungen werden zahlreiche Labor- und Geländepraktika sowie Rechnerübungen abgehalten. Eine Übersicht der genutzten Labor- und Rechnerräume liefert Tabelle 5.

Tabelle 5: Labor- und Rechnerräume

Typ	Lage
Seminar- und Rechnerraum für Wasserbau	Stammgelände Gebäude 6
Labor für Hydraulische Maschinen und Anlagen	Stammgelände Innenhof
Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft	Obernach
Versuchslabor für Hydromechanik	Stammgelände Gebäude 7
Hydrochemisches Labor für Siedlungswasserwirtschaft	Garching Gebäude 5111
Übungsgelände und Seminarraum Geodäsie	Eichenau Max Kneißl Institut für Geodäsie der TUM
GIS Labor	Stammgelände Gebäude 1
CIP-Pool der Fakultät für Bauingenieur und Vermessungswesen	Stammgelände Gebäude N1
CIP-Pool der Fakultät für Bauingenieur und Vermessungswesen	Stammgelände Gebäude 2
CIP-Pool der Fakultät für Bauingenieur und Vermessungswesen	Stammgelände Gebäude 2

Anhang I: Musterstudienpläne

Studienrichtung 1: Urban Environments and Transportation

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Traffic Management 6 Credits	Fundamentals of Urban Climate 6 Credits	Water and Wasterwater Treatment Engineering 6 Credits	Master's Thesis 30 Credits
Land Management and Land Law 6 Credits	Management of Rainwater and Sewer Systems Wahlmodul 6 Credits	Local Public Transport Strategy and Organisation 3 Credits	
Public Transport Operations and Supply 3 Credits	Technical Acoustics 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	
Observing Global Dynamic Processes 3 Credits		Study Project 15 Credits	
Advaned GIS for Environmental Engineering - Theory 6 Credits	Advaned GIS for Environmental Engineering - Practice 6 Credits		
Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits		
Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 6	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 5	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 4	

Studienrichtung 2: Environmental Hazards and Resources Management

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Flood Risk and Flood Management 6 Credits	Environmental Hydrodynamic Modelling 6 Credits	International Water Rights and Policy 3 Credits	Master's Thesis 30 Credits
Alpine Hazards 6 Credits	Landslides 6 Credits	Fluid Mechanics and Turbulence 6 Credits	
River Engineering and Hydromorphology 3 Credits	Alpine Landslide Monitoring 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	
Environmental Geology and Geochemistry 3 Credits	Risk Analysis I 6 Credits	Study Project 15 Credits	
Photogrammetry and Remote Sensing - Selected Chapters 6 Credits			
Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits		
Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 6	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 5	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 4	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 1

Studienrichtung 3: Environmental Quality and Renewable Energy

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	
Hydrological and Environmental River Basin Modelling 6 Credits	Management of Rainwater and Sewer Systems 6 Credits	Advanced Wastewater Treatment Engineering 3 Credits	Master's Thesis 30 Credits	
Water and Wastewater Treatment Engineering 6 Credits	Geothermal Ocean and Wind Energy 6 Credits	Project in Photogrammetry and Remote Sensing 6 Credits		
Modelling of Aquatic Systems 3 Credits	Rivers as an Ecosystem 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits		
Hydrochemistry 3 Credits	Hydrochemistry Lab 6 Credits	Study Project 15 Credits		
Computation in Engineering I 6 Credits				Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits
Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits				
Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 6	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 5	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 4		Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 1

Studienrichtung 4: Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Ökologisches Bauen und Ökobilanzierung 6 Credits	Grundlagen der Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeit von Gebäuden 6 Credits	Bauphysik in der Praxis 3 Credits	Master's Thesis 30 Credits
Nachhaltige Immobilienentwicklung 6 Credits	Konzepte zum Energieeffizienten Bauen 6 Credits	Software Lab 6 Credits	
Nachhaltigkeit in Architektur Stadt und Landschaft 3 Credits	Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Baukultur 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	
Modellierung dynamischer Systeme: Gebäude 3 Credits	Technische Akustik 6 Credits	Study Project 15 Credits	
Advanced GIS for Environmental Engineering - Theory 6 Credits			
Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits	Wahlmodul aus dem Gesamtkatalog der TUM 6 Credits		
Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 6	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 5	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 4	Σ Credits: 30 Σ Prüfungen: 1

Anhang II: Handreichungen

Die Fachprüfungsordnung des Masterstudiengangs enthält einige Elemente, die für viele Studierende aber auch Betreuende eine Abweichung vom gewohnten Ablauf bedeuten. Diese sind z.B. Module, die aus dem Gesamtangebot der TUM als freie Credits einer Mentorgenehmigung eingebracht werden oder das praxisorientierte Study Project, das das für andere Masterstudiengänge übliche Pflichtpraktikum ersetzt. Zur Orientierung für Studierende, Betreuende und Mentoren werden im Rahmen der Studienkommission Richtlinien beschlossen und fortgeschrieben.

Richtlinien für die Anerkennung von Modulen aus dem Gesamtangebot der TUM

Wie viele ECTS umfasst die Genehmigte Modulfachauswahl (sog. freie Credits)?

How many ECTS counts the Selection of Elective Courses (so called “free credits”)?

Es hängt von der Fachprüfungsordnung ab, die für den individuellen Studierenden gilt. Die Tabelle liefert einen Überblick:

It depends on the study regulations valid for the respective student. The table gives an overview:

Fachprüfungsordnung Study Regulations	Anzahl an freien Credits Number of free Credits
FPO 2008-1	max. 30 ECTS
FPSO 2011-1	max. 18 ECTS

Grundsätze für die Anerkennung

General principles for the approval

Module, die nicht explizit in den Modulkatalogen des Masterstudiengangs Environmental Engineering aufgeführt sind, können für das Umweltingenieurwesen beliebig relevant oder beliebig irrelevant sein. Der Mentor achtet bei der Genehmigung der Module darauf, dass diese einen direkten Bezug zum Umweltingenieurwesen haben oder zumindest einen Beitrag zum Aufbau fächerübergreifender Kompetenzen eines Umweltingenieurs leisten.

Modules that are not listed in the module catalogues of environmental Engineering can be related to the subject, but can also be rather irrelevant. The mentor ensures by his approval that the selected modules are related to Environmental Engineering or at least contribute to the overall qualification of an environmental engineer.

Module auf Bachelor-Niveau

Modules on Bachelor level

Grundsätzlich werden keine Module auf Bachelor-Niveau genehmigt.

Modules on Bachelor level will not be approved as electives in the master's programme.

Sprachkurse **Language courses**

Bis zu einem Umfang von 6 ECTS können Sprachkurse vom Niveau A2 und höher eingebracht werden. Englisch sowie die eigene Muttersprache werden nicht genehmigt.

Language courses of A2-level or higher can be approved up to a total of 6 ECTS. English or the own native language will not be accepted.

Module eines anderen Field of Study als des gewählten (nur für FPSO 2011) **Modules of a different Field of Study than the chosen one (only for FPSO 2011)**

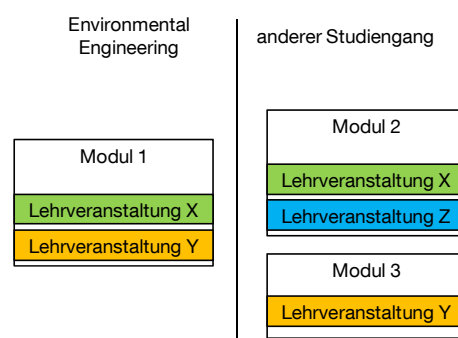
Die freien Credits können auch dazu genutzt werden, um ein weiteres, fachliches "Standbein" innerhalb des Umweltingenieurwesens aufzubauen. Da sie aber Module des eigenen Studiengangs sind, benötigen sie keine Mentorgenehmigung.

The free credits can be used to build up an additional thematic focus within the Environmental Engineering. Since these are modules of the own studies the approval of a mentor is not obligatory.

Module, die sich mit anderen Studiengängen überschneiden **Modules overlapping with other master's programmes**

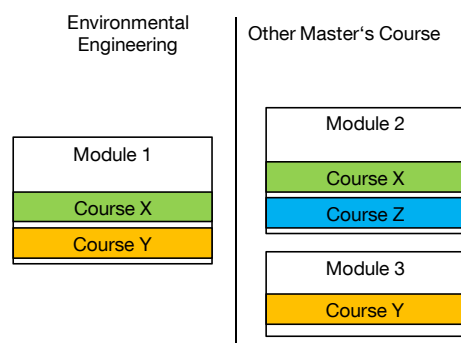
Einige Lehrveranstaltungen werden gleichzeitig in mehreren Studiengängen angeboten, teilweise in unterschiedlich strukturierten Modulen integriert. Grundsätzlich gilt: Module anderer Master-Studiengänge, die in Teilen (=einzelne Lehrveranstaltungen) auch in Modulen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen angeboten werden, werden nicht genehmigt.

Die folgende Grafik gibt ein Beispiel dafür. Da die Lehrveranstaltungen X und Y im Modul 1 des Masters Umweltingenieurwesen angeboten werden, dürfen weder Modul 2 noch Modul 3 des anderen Masterstudiengangs genehmigt werden.



Some courses are offered in various master's programs often embedded in different modules. In any case: modules of other master's programs that are partially (in form of single courses) listed in the module catalogue of Environmental Engineering cannot be approved for the free credits.

Following figure gives an example of such a situation. Since the courses X and Y are part of the Environmental Engineering-Module 1 both Modules 2 and 3 of the other master's programme cannot be recognised as free credits.



Richtlinien für die Durchführung und Ausgestaltung des Study Project

Students of the Master's programme in Environmental Engineering must accomplish a study project within the first three semesters of their studies.

Main goal of the study project is to help students to gather experience on the applied environmental engineering. This can be as part of a research project, practical work or a distinct task carried out in cooperation with a supervisor. Two basic requirements have to be fulfilled:

- a clear contribution to the student's qualification as an environmental engineer
- a thematic relation to the student's specific academic profile

The workload of the project - consisting of the practical work, the composition of the project report and a presentation - is 15 ECTS or 450 hours.

In most cases the study project is carried out at TUM as part of a research project or an academic topic of one of the faculty's chairs. It is supervised by scientific personnel and graded by an approved examiner of the respective chair. However, it can be also carried out externally in cooperation with a private company, a public authority or a partner university - a supervisor from the Faculty of Civil Engineering and Geodesy is in any case mandatory.

The students have to compose a report on their project and submit it to their supervisor. The brief structure of the project report is proposed as following:

1. Introduction

A brief overview of the project's scope and its relevance to Environmental Engineering

2. Description of the Project

In cooperation with which institution (university chair, company, public authority,...) was the project carried out? Description of the overall goal of the work, what specific work was undertaken and what methods, tools or technologies were used. In research driven projects a presentation of the state of the art can be included in this part.

3. Presentation and Discussion of the Results

Description and analysis of the project's results

4. Conclusions and Learning Outcome

Professional or technical conclusions drawn from the project's results. Description of the student's personal impulses for his/her further development as an Environmental Engineer.

The font size has to be either Arial 11pt or Times New Roman 12pt with a line spacing of 1.2 lines.

After the grading of the project, following data are required for the examination management:

- Name and matrikel-No. of the student
- Title of the project
- Date of grading
- Overall grade

The data must be sent by the supervising chair as a hard copy, signed by the responsible examiner, to the examination officer Ms. Bayer.

Richtlinien für das 1:1 Programm mit der DTU

DTU – TUM 1:1 MSc programs

Duration and workload

Each MSc program:

- is a two-years MSc program, consisting of four semesters
- represents a workload equivalent to 120 ECTS credit points
- the students spend one year at each university

Degree obtained and diploma

The graduates are entitled *Master of Science in Engineering in “the specific field”*. The graduates obtain a diploma from either TUM or DTU depending the university of enrolment.

Master thesis

The students complete a master thesis of at least 30 ECTS credit points. The thesis work is supervised by two researchers one from each university. The presentation of the thesis will be evaluated by both supervisors. For the presentation the following possibilities are possible:

- Presentation at the university in which the thesis was elaborated with the presence of both supervisors
- Presentation at the university in which the thesis was elaborated with the remote supervisor attending via videoconference
- Two separate presentations at both universities

Individual study plan

Based on a recommended study track each student admitted to the 1:1 MSc program work out an individual study plan together with the responsible supervisors at the partner universities. The final study plan has to be approved by the respective DTU-TUM 1:1 Program Committee.

Who can apply?

- Selected students from TUM and DTU
- Selected national and international students

Admission criteria

Either of the following:

- a relevant above-average Bachelor of Science in Engineering degree obtained at TUM or DTU
- a relevant above-average Bachelor of Science in Engineering degree obtained at a Danish, German or an internationally recognized foreign university
- a relevant excellent Bachelor in engineering degree obtained at a German Fachhochschule
- a degree obtained from a foreign institution of higher education which is equivalent to any of those specified above

Enrolment

- The students are enrolled either at TUM or DTU.
- When staying at the partner university the students have status as exchange students through a specified bilateral agreement

Tuition fee

Tuition fees have to be paid according to the existing regulations at the university of enrolment.

Application procedure for students enrolling at TUM

For a start at DTU in the winter semester students must apply one year in advance. The application procedure includes the following steps:

1. Interested students must appear personally in the student service centre (room 1701) and have a consultation with the Environmental Engineering Programme Coordinator (Dr. Tsakareostos). The consultation can be carried out via telephone if the applicant is abroad.
2. The application for the programme consists of a study plan for both master's years and a letter of motivation for the participation in the 1:1 programme. The documents must be submitted electronically or handed in as hard copy to the the Environmental Engineering Programme Coordinator. **Deadline: November 15th.**

Admitted students must submit an application for financial aid as Erasmus exchange student to the International Relations Coordinator (Ms. Klomke). **Deadline: January 15th.**

MSc in Environmental Engineering

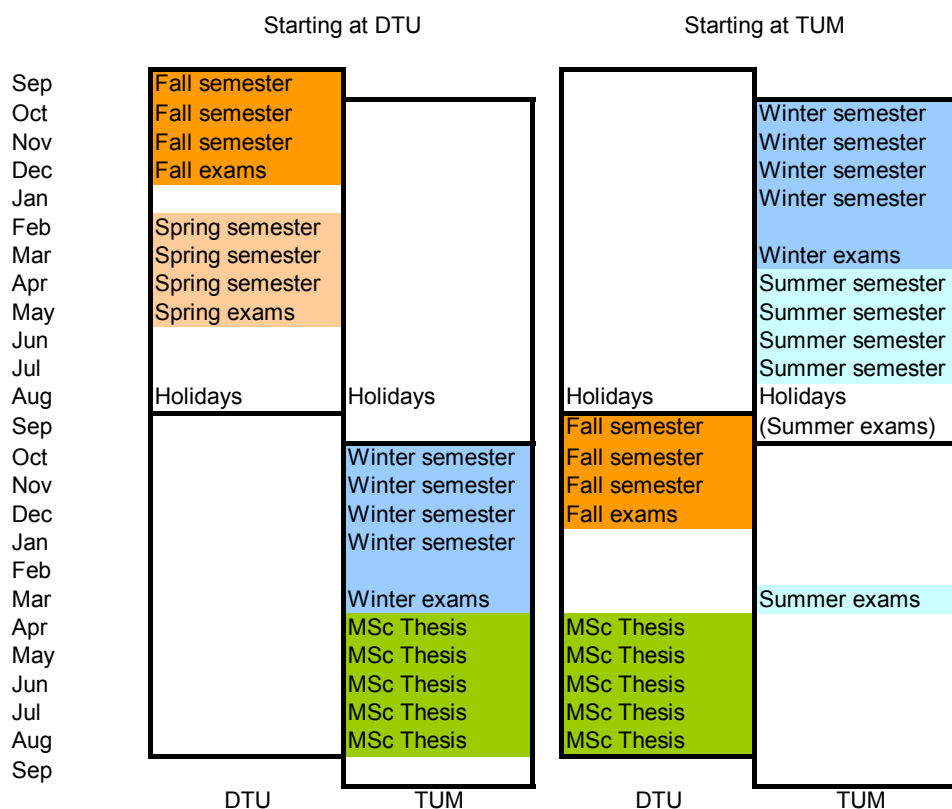
Program coordinator Associate Professor Philip Binning (DTU)

Program Committee members Professor Gerhard Müller (TUM)

Professor Peter Kjeldsen (DTU)

1. Semester plan

Students can start the program at either TUM or DTU. Depending on the start university two separate overall study plans are proposed:



Starting at DTU

Students starting at DTU must

- Take 20 ECTS among the General Competence Courses at DTU
- Take at least 35 ECTS among the Technology Specialization Courses at DTU
- Take up to 5 ECTS among the Elective Courses at DTU
- Complete a Study Project of 15 ECTS points and a Master Thesis of 30 ECTS points at TUM.
- Take 15 ECTS from the Elective Courses or Cross Cutting Courses at TUM (suggested 10 Cross Cutting, 5 Elective)

Starting at TUM

Students starting at TUM must

- enrol to a specific field of study (1-4)
- take courses at TUM totalling 60 ECTS points
 - 24 ECTS in Required Electives from the chosen Field of Study
 - 12 ECTS in Electives from the chosen Field of Study
 - 12 ECTS in Electives from Crosscutting Methods, technologies and Fundamentals
 - 12 ECTS in Electives from the entire TUM (free elective credits)
- take 10 ECTS points among the General Competence Courses at DTU
- complete a Master Thesis of at least 30 ECTS points at DTU
- take Technical Specialisation Courses at DTU to bring the total number of ECTS points of the entire study up to at least 120 ECTS points
- the study project will not be carried out

Students of TUM who must shift their summer exams due to the early lecture-start at DTU can do so without penalty.

2. Study plan

University	DTU	TUM
Year 1	General Competence Courses 20 ECTS	Courses from a chosen Field of Study Required Electives: ≥ 24 ECTS Electives: ≤ 12 ECTS
	Technological Specialisation Courses ≥ 35 ECTS	Free Elective Courses from the entire TUM 12 ECTS
	Elective Courses ≤ 5 ECTS	Elective Courses Crosscutting Methods, Technologies and Fundamentals 12 ECTS
University	TUM	DTU
Year 2	Elective or Crosscutting Courses 15 ECTS	General Competence Courses ≥ 10 ECTS
	Study Project 15 ECTS	Master's Thesis 30 ECTS
	Master's Thesis 30 ECTS	Technical Specialisation Courses ≤ 20 ECTS
Total	120 ECTS	120 ECTS

Note: The final study plan for the 1:1 program will be an individual study plan worked out by the student and the supervisors at DTU and TUM