

Studiengangsdokumentation Masterstudiengang Risk and Safety

Teil A
School of Engineering and Design
Technische Universität München

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: School of Engineering and Design
- Bezeichnung: Risk and Safety
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Eignungsverfahren
- Starttermin: Wintersemester 2023/2024
- Sprache: Englisch
- Hauptstandort: München
- Studiengangverantwortlicher: Prof. Dr. Daniel Straub
- Ansprechperson bei Rück-
fragen zu diesem Dokument: Max Teichgräber
max.teichgraeber@tum.de
- Stand vom: 23.08.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	4
1.1	Zweck des Studiengangs	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	5
2	Qualifikationsprofil	7
3	Zielgruppen	9
3.1	Adressatenkreis	9
3.2	Vorkenntnisse	9
3.3	Zielzahlen	10
4	Bedarfsanalyse	10
5	Wettbewerbsanalyse	11
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	11
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	12
6	Aufbau des Studiengangs.....	13
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	13
8	Entwicklungen im Studiengang	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Die Anforderungen der Gesellschaft an die Sicherheit und Zuverlässigkeit technischer und anthropogener Systeme nehmen stetig zu. Gleichzeitig werden diese Systeme immer komplexer und sind stärker vernetzt. Dieser Trend zieht sich durch alle Bereiche der Gesellschaft, und stellt Technik und Gesellschaft vor wichtige Herausforderungen. Das derzeit übliche Management von Risiken mittels erfahrungsbasierter Verfahren und isolierter Standards ist aufgrund dieser zunehmenden Vernetzung, des größeren Sicherheitsbedürfnisses der Gesellschaft sowie strengeren Sicherheitsanforderungen immer häufiger nicht ausreichend. Stattdessen wird vermehrt eine explizite Bewertung und Kommunikation von Risiken benötigt, um Entscheidungen zur Zulassung technischer Systeme und Prozesse zu fällen. Das Risikomanagement wird somit immer häufiger zum entscheidenden Punkt bei der Einführung neuer Technologien und Lösungen. So ist etwa der Nachweis der Sicherheit eine zentrale Herausforderung bei der Zulassung autonomer Fahrzeuge. Der technologie-geprägte Wirtschaftsraum München benötigt Ingenieurinnen und Ingenieure und Fachleute, welche diese Herausforderungen fundiert und ganzheitlich angehen können.

Um Risiken zu verstehen, benötigt man nebst einem tiefen Verständnis der Systeme auch sehr gute Kenntnisse der stochastischen Grundlagen und der Risikoanalyse. Insbesondere müssen Risikomanagement-Fachleute in der Lage sein, die entsprechenden Modellierungsmethoden und Werkzeuge flexibel auf konkrete Fragestellungen mit seltenen Schadensereignissen anzuwenden. Des Weiteren ist die Kenntnis praktischer Werkzeuge des Sicherheits- und Risikomanagements essenziell, um die Sicherheit von sozio-technischen Systemen zu gewährleisten und nachzuweisen.

Da sichere Systeme immer auch eine entsprechende Sicherheitskultur erfordern, besteht eine der wichtigsten Herausforderung darin, ein effektives, integrales und ganzheitliches Risikomanagement dauerhaft in Organisationen zu implementieren. Dazu ist das Verständnis für Entscheidungsprozesse und Strukturen in Organisationen ein wesentliches Element, denn eine gute Sicherheitskultur ist für Organisationen vorteilhaft um langfristig und niederschwellig Risiken zu minimieren.

Zentral ist nicht zuletzt auch eine klare Kommunikation von Risiken. Da Schadens- und Versagensereignisse nur selten oder sehr selten auftreten, ist die Wahrnehmung von Risiken schwierig. Gleichzeitig sind die Bewertung und Diskussion von Risiken häufig stark emotional geprägt. Vor diesem Hintergrund kommt dem Verständnis der Risikowahrnehmung und der Kommunikation eine wichtige Rolle zu. Fachleute sollten in der Lage sein, Risiken auf allgemein verständliche Art klar zu beschreiben und mit verschiedenen Stakeholdern zu diskutieren.

Expertinnen und Experten für das Risikomanagement technischer und anthropogener Systeme benötigen somit Wissen und Kenntnisse aus verschiedenen Bereichen. Das Ziel dieses Studienganges ist es, Fachleute mit den oben genannten Kompetenzen auszubilden. Diese sollen in Planungs-, Produktions- und Betriebsprozessen und im Management (etwa beim Betrieb technischer Anlagen und im Gesundheitswesen) für die Gewährleistung und den Nachweis der Sicherheit und Zuverlässigkeit verantwortlich zeichnen. Sie können die Sicherheit, Zuverlässigkeit und das Risiko insbesondere in komplexen Prozessen und Systemen analysieren, verstehen und optimieren. Sie sind befähigt

higt, Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren und Risiken zu kommunizieren und Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger bei der Implementierung eines effektiven Risikomanagements zu unterstützen.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

„Die Technische Universität München ist dem Innovationsfortschritt für Mensch, Natur und Gesellschaft verpflichtet. Mit Pioniergeist, Kreativität und Verantwortungsbewusstsein verknüpfen wir unsere vielfältigen Kompetenzen in den Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie der Medizin mit denen der Wirtschafts-, Geistes-, Sozial- und Politikwissenschaften, um unsere Wirkungskraft für eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft zu stärken“ ist eines der Leitprinzipien der TUM, das die neu gegründete School of Engineering and Design (ED) mit ihren derzeit 41 aktiven Studiengängen, gebündelt in neun Studiengangsrichtungen, widerspiegelt. Die folgende Übersicht gibt einen Überblick über die Studiengangsrichtungen der School of Engineering and Design:

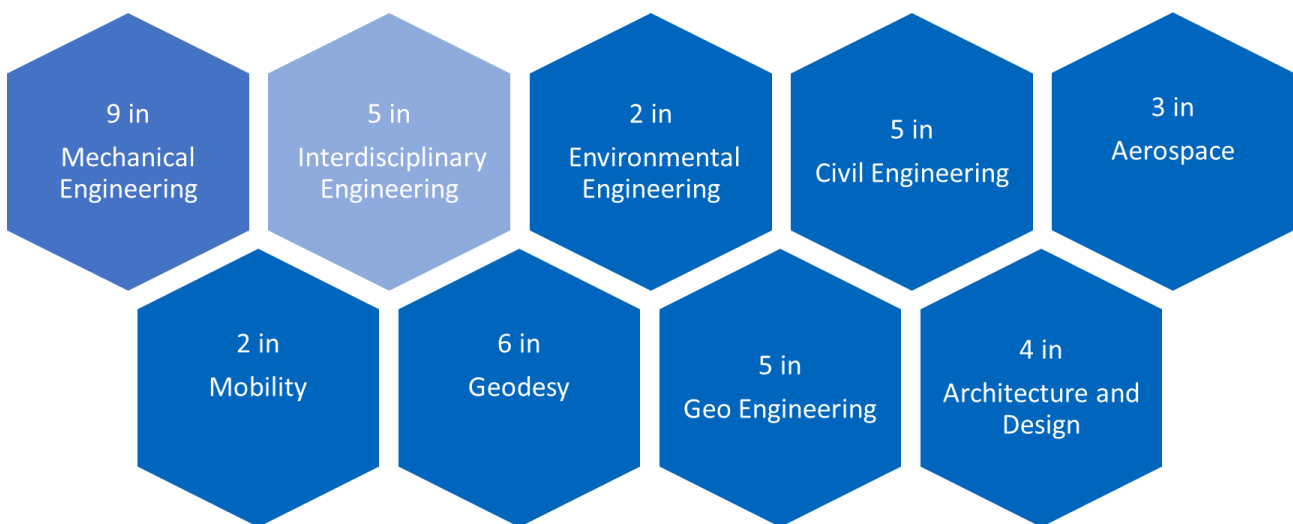


Abb. 1: Bachelor- und Masterstudiengänge in den einzelnen Studienrichtungen an der ED

„Interdisciplinary Engineering“ nimmt hier eine gewisse Sonderstellung ein, indem es Studiengänge bündelt, die weder disziplinen- noch themenorientiert sind, sondern vielmehr explizit einen methodenorientierten, thematisch nicht festgelegten Ansatz verfolgen. Der Masterstudiengang *Risk and Safety* folgt diesem Ansatz.

Der Masterstudiengang *Risk and Safety* korrespondiert auch perfekt mit den Zielen der TUM AGENDA 2030, der Antwort der TUM auf den rapiden gesellschaftlichen Wandel im Zeitalter der Digitalisierung und Biologisierung, der die Technikwissenschaften vor präzedenzlose Herausforderungen stellt. Dazu reformiert die TUM fundamental das „German Engineering“, um es im Verbund mit den Geistes- und Sozialwissenschaften als „Human-Centered Engineering“ in Forschung und Lehre interdisziplinär und interkulturell zu mobilisieren (Responsible Innovation). Der gesamtheitliche Umgang mit Risiken, welcher im Kern des Masterstudiengangs *Risk and Safety* steht, ist hierbei ein zentrales Element.

An der School of Engineering and Design der TUM ist ein starkes, forschungsorientiertes Umfeld im Themengebiet Ingenieurwissenschaften gegeben, an vielen Stellen mit Fokus auf Sicherheit und Risiko. Zusätzlich verfügt die TUM mit der School of Social Sciences and Technology (SOT) über starke technik-fokussierte sozialwissenschaftliche Forschungs- und Lehrkompetenzen. In der SOT ist der gesellschaftliche und wissenschaftliche Umgang mit Risiko schon länger Teil der Forschung. Neben diesen beiden Schools nutzt der Masterstudiengang *Risk and Safety* die Kompetenzen und Stärken weiterer Schools, um dem interdisziplinären Charakter von Risiko und Sicherheit gerecht zu werden. So ist etwa bei Organisationsfragen die TUM School of Management eingebunden.

Der Masterstudiengang Risk and Safety ergänzt das vorhandene Lehrportfolio der interdisziplinären Masterstudiengänge der TUM um eine neue Komponente, welche Grundlagen in Stochastik und Risikoanalyse verknüpft mit sozial- und organisationswissenschaftlichen Kompetenzen und domänenspezifischer Expertise in der ganzen Breite der Ingenieurwissenschaften an der TUM. Es handelt sich dabei um eine wissenschaftsorientierte, interdisziplinäre Ausbildung mit Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen des Ingenieurwesens.

Der Masterstudiengang Risk and Safety bietet damit eine einmalige Ergänzung zum Studienangebot in München. Zusätzlich wird durch ihn eine erhöhte Sichtbarkeit der vielfältigen Kompetenzen der TUM auf dem Gebiet der Risiko- und Sicherheitsforschung erzielt. Er soll die Stellung der TUM als führende technische Hochschule unterstreichen, welche innovativ die Bedürfnisse der Industrie und Gesellschaft erkennt und in der Lehre entsprechende Fachleute ausbildet, die basierend auf einer fundierten Grundlagenausbildung konkrete Lösungen entwickeln und umsetzen können. Die äußerst interdisziplinäre Ausrichtung des Studiengangs ist im Einklang mit der Strategie der TUM, Innovationen für Mensch, Natur und Gesellschaft zu schaffen durch die enge Zusammenarbeit der Ingenieur- und Naturwissenschaften mit den Wirtschafts-, Geistes-, und Sozialwissenschaften.

2 Qualifikationsprofil

Aufgrund der breiten Herausforderungen an Risikomanagement-Expertinnen und Experten zeichnet sich dieser Studiengang durch eine hohe Interdisziplinarität aus. Das Qualifikationsprofil entspricht den Anforderungen des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmens - HQR) gemäß Beschluss vom 16.02.2017 der Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz. Gemäß dem HQR kann das Qualifikationsprofil für den Masterstudiengang Risk and Safety anhand der Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen, (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität definiert werden. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in der Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

(i) Wissen und Verstehen:

Die Absolventinnen und Absolventen

- haben ein Grundverständnis der ingenieurmäßigen Übersetzung der Welt in mathematische Sprache.
- sind in der Lage komplexe ingenieurstechnische Modelle anthropogener Systeme nachzuvollziehen.
- haben Kenntnisse zu Organisationstrukturen, technischen Planungs- und Produktionsprozessen und Betriebsabläufen.
- verfügen über gute Kenntnisse der Stochastik, sowohl in der Wahrscheinlichkeitstheorie als auch der Statistik, und sind in der Lage, die Werkzeuge der Stochastik auf technische und anthropogene Systeme anzuwenden.
- haben ein tiefgreifendes Verständnis des Risikobegriffes. Sie können Risiken mittels verschiedener Metriken messen und beurteilen und können Risiken in komplexen Systemen quantitativ erfassen.
- kennen die Ursachen von Fehlern in technischen Systemen, Methoden zu deren systematischer Erfassung sowie Strategien zu deren Vermeidung.
- kennen unterschiedliche Theorien der Entscheidungsfindung (insbesondere normative, juristische, kulturelle und ethische Grundbedingungen) und sind sich der Schwierigkeiten der Entscheidungsfindung unter Unsicherheiten, auch im gesellschaftlichen Kontext, bewusst.
- verstehen die Dynamik von Machtstrukturen und psychologische und organisatorische Aspekte in Organisationen und deren Einfluss auf die Risikokultur.

(ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen:

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage,

- ihr Wissen anzuwenden, um Risiken verschiedenster technischer und anthropogener Systeme zu bewerten. Wenn bei der Bewertung tiefgreifendes Fachwissen erforderlich ist, sind sie in der Lage das Wissen von Fachexperten und -expertinnen einzuholen, nachzuvollziehen und in die Bewertung zu integrieren.
- Risikomanagementstrategien für technische und anthropogene Systeme jeglicher Art zu entwickeln und zu bewerten. Die Bewertung kann hierbei sowohl aus ökonomischer, als auch ökologischer oder soziologischer Sicht durchgeführt werden.
- Risikomanagementstrategien auf die vorhandenen Strukturen und Kulturen abzustimmen.
- bei der Umsetzung von Risikomanagementstrategien zwischen den beteiligten Personen zu vermitteln.
- selbstständig neue Verfahren und Methoden der Risikobewertung und des Risikomanagements zu entwickeln, sowohl im Rahmen der universitären als auch der industriellen Forschung und Entwicklung. Hierbei können sie Forschungsfragen identifizieren, einen Forschungsplan entwickeln, Untersuchungen durchführen und auswerten und Ergebnisse kommunizieren.

(iii) Kommunikation und Kooperation

Der Kommunikation und Kooperation kommt beim Risikomanagement eine besondere Bedeutung zu. Dies umfasst die ziel- und situationsorientierte Einbeziehung aller relevanten, gesellschaftlichen Akteure und Gruppen und den kritischen Dialog mit diesen auf Sach- und Fachebene. Die Absolventinnen und Absolventen sind insbesondere befähigt diesen Dialog zu führen, da sie

- Organisationsstrukturen, Planungs- und Produktionsprozesse überblicken und verstehen können.
- Die verschiedenen Facetten unterschiedlicher Risikokulturen kennen und Risikomanagementstrategien auf diese abstimmen können.
- zwischen verschiedenen Auffassungen des Risikobegriffs und der Risikoakzeptanz vermitteln können.
- in der Kommunikationsfähigkeit im Hinblick auf Führungs- und Verhandlungsvermögen geschult sind.

(vi) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität:

Die Studierenden sind in der Lage selbstständig Lösungen innerhalb des vielschichtigen Feldes von Risiko und Sicherheit zu erarbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig Methoden und/oder Modelle zur Lösung einer definierten Problemstellung im Rahmen ihrer Master's Thesis zu entwickeln und diese in wissenschaftlichen Diskussionen zu vertreten.

Ein professionelles Handeln der Absolventinnen und Absolventen in Wissenschaft und Industrie fußt dabei auf dem erworbenen theoretischen/fachlichen und methodischen Wissen

und der erworbenen Kompetenz, Lösungen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen. Das berufliche Handeln wird dabei hinsichtlich der gesellschaftlichen Erwartungen, Folgen und Anforderungen hinterfragt und verantwortungsethisch reflektiert.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Studiengang richtet sich primär an Absolventinnen und Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Bachelorstudiengänge deutscher und ausländischer Hochschulen. Des Weiteren sind Bachelor-Absolventinnen und -Absolventen der Mathematik und Physik, der Wirtschaftswissenschaften und der Sozialwissenschaften willkommen, falls diese in ausreichendem Maße die in Abschnitt 3.2 aufgezählten Vorkenntnisse mitbringen.

Die Adressanten des Studiengangs sollten eine hohe Motivation für ein interaktives Arbeiten in einem breiten und interdisziplinären Feld mitbringen. Sie sollten bereit sein, auf schwierige Fragestellungen Antworten zu suchen, welche auf wissenschaftlichem Vorgehen und quantitativen Analysen beruhen.

Das Curriculum ist durchgängig in englischer Sprache angelegt, um auch Studierenden aus dem Ausland den Einstieg zu ermöglichen. Studierende sollten aber bereit sein, spätestens während des Studiums die deutsche Sprache in einem Umfang zu erlernen, welche für die Arbeit mit der Industrie und Behörden in Deutschland notwendig ist.

3.2 Vorkenntnisse

Die Bewerberinnen und Bewerber sollten folgende Vorkenntnisse mitbringen:

- Grundlegendes Verständnis von Naturwissenschaft und Technik, insbesondere der Physik, Mathematik, Chemie und Informatik.
- Verständnis ingenieurtechnischer Theorien und Modellierungsansätze: Sowohl ingenieurwissenschaftliches Grundwissen (z.B. der Mechanik und der Werkstoffkunde) als auch tiefgehendes Verständnis mindestens einer Ingenieursdisziplin soll vorhanden sein (z.B. Bautechnik, Fahrzeugtechnik, Medizintechnik).
- Grundkenntnisse der höheren Mathematik. Dies beinhaltet Kenntnisse über Lineare Algebra, Analysis, Mengenlehre, Numerik, Geometrie und Differentialgleichungen auf Niveau eines ingenieurtechnischen Bachelors.
- Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Statistik.
- Logisches Denkvermögen und Begabung für strategische Denk- und Handlungsweisen.

Die Qualifikation der Bewerberinnen und Bewerber wird über ein Eignungsverfahren geprüft.

3.3 Zielzahlen

Für den Studiengang wird nach der Anlaufphase eine Anfängerzahl von ca. 30-40 Studierenden pro Jahrgang angestrebt, bei 4 Semestern Regelstudienzeit und einer Einstiegsmöglichkeit ausschließlich im Wintersemester.

4 Bedarfsanalyse

Sicherheit ist ein Grundbedürfnis des Menschen und das Beherrschen von Risiken nimmt in einer modernen, hochtechnologisierten Gesellschaft eine zentrale Rolle ein. Trotzdem wird das Sicherheits- und Risikomanagement in der Industrie und bei Behörden hauptsächlich als Teilaufgabe einzelner Fachbereiche wahrgenommen und geschieht oft durch eng definierte funktionale Sicherheitsnormen. In Bereichen und Firmen mit einem übergeordneten Risikomanagement sind es in der Regel Quereinsteiger, welche diese Funktionen ausüben. Die allgemeine Bedeutung des Sicherheits- und Risikomanagements und das stetig zunehmende Sicherheitsbedürfnis, in Kombination mit immer komplexeren Produkten und Prozessen, verlangen aber nach fundiert ausgebildeten Fachkräften, welche ein technisches Sicherheits- und Risikomanagement entwickeln und umsetzen können. Im gesellschaftlichen Kontext besteht eine komplizierte Wechselwirkung zwischen objektiven Risiken und subjektiver Wahrnehmung und Betroffenheit. Um den Brückenschlag zwischen Technik, objektiver Risikobewertung und politisch/gesellschaftlichem Diskurs zu ermöglichen, werden Expertinnen und Experten benötigt, welche sowohl die objektive Bewertung von Risiken beherrschen, aber auch die subjektive Wahrnehmung verstehen.

Das in diesem Studiengang angebotene Qualifikationsprofil ist ideal geeignet, diese Herausforderungen anzugehen. Zentral ist dabei die stark interdisziplinäre Ausrichtung des Studiengangs. Diese verknüpft ein breites technisches Verständnis und fundierte Kenntnis von Risikobewertungsmethoden mit einem Verständnis für organisatorische und gesellschaftliche Herausforderungen. Diese breite Ausrichtung, welche das gesamte Spannungsfeld des Sicherheits- und Risikomanagements abdeckt, ist ein Alleinstellungsmerkmal der Absolventinnen und Absolventen dieses Studiengangs. Über den engeren Fokus auf Sicherheit und Risiko hinaus gilt, dass die Arbeitswelt zunehmend von interdisziplinären Fragestellungen und Lösungswegen geprägt ist, bei denen der systematische, analytische Umgang mit Unsicherheiten und Risiken zentral ist. Auch hierfür sind die Absolventinnen und Absolventen dieses Studiengangs ideal ausgebildet.

Perspektiven ergeben sich für die Absolventinnen und Absolventen des Studienganges in einer Vielzahl von Berufsfeldern. Dazu gehören Tätigkeiten

- als Sicherheits-, Risiko- und Zuverlässigkeitsingenieure und -ingenieurinnen bei Industrieunternehmen, insbesondere in neuen Technologiesparten, für die Entwicklung und Umsetzung von Verfahren für die Zulassung und das Risikomanagement sicherheitsrelevanter Technologien.
- in Zertifizierungs- und Zulassungsunternehmen, für die Entwicklung und Umsetzung von Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren.
- als Expertinnen und Experten für Sicherheits- und Risikobewertungen in Beratungsunternehmen und staatlichen Organisationen.

- als Sicherheits-, Risiko- und Zuverlässigkeitsingenieure und -ingenieurinnen im Betrieb und Unterhaltsmanagement von Infrastruktur- und Transportsystemen.
- bei der Bewertung von Risiken technischer und anthropogener Systeme für Versicherungen und Finanzdienstleister.
- in der Normenarbeit und in Aufsichtsbehörden.
- als Forscherinnen und Forscher sowie Entwicklungsingenieurinnen und Entwicklungsingenieure bei der Entwicklung neuartiger technischer Systeme.

Gespräche mit verschiedenen Einrichtungen dieser Berufsfelder (z.B. TÜV Süd, BMW, Fraunhofer) habe einen hohen Bedarf an Absolventinnen und Absolventen ergeben.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

In Deutschland ist der Studiengang in dieser Form einzigartig. Zwar finden sich Masterkurse im Bereich Sicherheit, allerdings handelt es sich dabei um stark technisch und eher praktisch ausgelegte Studiengänge. Beispiele hierfür sind der Master Sicherheitstechnik der Bergischen Universität Wuppertal und der Studiengang Sicherheit und Gefahrenabwehr der Universität Magdeburg. Ein stark grundlagenorientierter Studiengang, mit einem starken Fokus auch auf gesellschaftlichen und organisatorischen Aspekten, wird in Deutschland nicht angeboten.

Europaweit finden sich Studiengänge im Bereich Risk & Safety insbesondere an englischen Universitäten und in Skandinavien. Sie sind häufig auf spezifische Anwendungsgebiete zugeschnitten, etwa den Offshore-Bereich (z.B. der Master Safety and Reliability Engineering for Oil and Gas der University of Aberdeen), die Prozess-Industrie (z.B. der Master Reliability Engineering and Asset Management der University of Manchester) oder auch Klimarisiken und Naturgefahren (etwa das Risk-Masterprogramm der University of Durham). Daneben finden sich aber auch generalistisch ausgelegte Studiengänge. Diese sind beispielsweise der Master Reliability, Availability, Maintainability and Safety der Norwegian University of Science and Technology, der Master in Risk Analysis der University of Stavanger und der Master in Risk and Safety Management der Aalborg University.

Außerhalb Europas finden sich Studiengänge im Bereich Risk & Safety primär an nordamerikanischen oder chinesischen Universitäten. Diese Studiengänge sind vom mathematischen Standpunkt ähnlich grundlagenorientiert wie der hier vorgestellte Master. Beispiele sind der Master Reliability Engineering der University of Maryland, der Master Risk Engineering der Duke University, der Master Safety Engineering der Texas A&M University, der Master Safety Science and Engineering der University of Science and Technology Beijing und der Master of Disaster Risk and Resilience an der University of Canterbury in Zusammenarbeit mit den United Nations.

Der hier vorgestellte Master sticht aus allen anderen hier aufgelisteten Studiengängen durch seine Interdisziplinarität und seinen ganzheitlichen Ansatz hervor. Durch die starke Beteiligung der Sozial- und Wirtschaftswissenschaft werden zentral die Bedürfnisse und die komplexen Entscheidungsprozesse in Gesellschaft und Organisationen berücksichtigt, was diesen Studiengang auch international einmalig macht.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der TUM besteht derzeit kein vergleichbarer Master. Angebote wie die Vertiefungsrichtung Risikoanalyse und Zuverlässigkeit des Masters Bauingenieurwesen (diese hat Überschneidungen mit den ingenieurstechnischen und mathematischen Aspekten des Masters Risk and Safety) oder einzelne Fächer des Masters Maschinenbau oder der Wirtschaftswissenschaften werden teilweise integriert, jedoch deutlich erweitert. Die neuen Inhalte sind zu einem beträchtlichen Teil interdisziplinär. Sowohl die School of Engineering and Design, die School of Management und die School of Social Sciences and Technology als auch die Fakultät für Mathematik sind am Studienangebot beteiligt.

6 Aufbau des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs Risk and Safety beträgt vier Semester, ein Studienbeginn ist ausschließlich im Wintersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden Credits beträgt 120. Jedes Semester sollen 30 Credits erlangt werden. Sie werden modular erbracht und teilen sich folgendermaßen auf:

– Pflichtbereich: Fundamentals	10 Credits
– Pflichtbereich: Risk & Society	12 Credits
– Pflichtbereich: Risk in practice	15 Credits
– Wahlbereich: Risk methods & analysis	15 Credits
– Wahlbereich: Risk management	15 Credits
– Wahlbereich: General elective modules	23 Credits
– Master's Thesis	30 Credits

Durch diese Aufteilung wird die Breite und Interdisziplinarität des Studienganges sichergestellt. Theoretisches Hintergrundwissen (Fundamentals) wird vermittelt, Methoden für die praktische Anwendung werden erlernt (Risk methods & analysis) und in den Bereichen der Soziologie (Risk & Society) und Ökonomie (Risk management) verankert und schließlich in der Praxis angewendet (Risk in practice). Außerdem können verschiedenste Erweiterungen und Spezialisierungen vorgenommen werden (General elective modules).

Eine detaillierte Beschreibung aller Module findet sich im Modulhandbuch des Studienganges.

Die Unterrichts- und Prüfungssprache ist in der Regel Englisch. Lediglich im Wahlbereich können vereinzelt deutschsprachige Module auftreten. Der Studiengang ist durchgängig auf Englisch studierbar.

Studierende, die einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integrieren wollen, können dies in allen Fachsemestern des Masterstudiums tun: Grundsätzlich können alle Leistungen an anderen Hochschulen erbracht werden. Module, bei denen kein wesentlicher Unterschied zu den im Master Risk and Safety vorhandenen Modulen besteht werden auf Antrag durch die fachlich zuständigen Lehrenden anerkannt. Im Falle der Projektarbeit des Risk Lab und der Masterarbeit muss zusätzlich ein Betreuer oder eine Betreuerin aus einem der am Master Risk and Safety beteiligten Lehrstühle hinzugezogen werden. Diese Betreuung wird grundsätzlich auch als Fern-Betreuung angeboten. Im Rahmen der Wahlfächer kann es sinnvoll sein, auch Module einzubringen, welche an der TUM nicht angeboten werden. Die Anerkennung dieser findet durch den Prüfungsausschuss statt. Insbesondere im Bereich General elective modules wird hierbei grundsätzlich eine breite Auswahl anerkannt.

Abbildung 1 visualisiert wie sich die jeweiligen Kompetenzen des Qualifikationsprofils (Abschnitt 2) durch die Bereiche des Studienganges begründen. Aus dem Studiengang gehen Absolventen und Absolventinnen hervor, welche in der Lage sind Risikomanagementstrategien für anthropogene Systeme jeglicher Art zu entwickeln, zu bewerten und zwischen allen Beteiligten zu vermitteln. Die Einzelteile dieses Profils setzen sich wie folgt zusammen: Das Verständnis anthropogener Systeme ist durch die Voraussetzung einer ingenieurstechnischen Grundausbildung gegeben. Die mathematisch-probabilistischen Kompetenzen bezüglich Risiko werden im Pflichtbereich Fundamentals und

im Wahlbereich Risk methods & analysis ausgebildet. Der Management Anteil wird im Wahlbereich Risk management, die soziologische Sicht im Pflichtbereich Risk & Society abgedeckt. Mit diesen beiden Bereichen ist eine Risikobeurteilung sowohl aus ökonomischer als auch soziologischer Sicht ermöglicht. Außerdem wird die Vermittlung zwischen allen Beteiligten und das Führungs- und Verhandlungsvermögen im Wahlbereich Risk management erlernt. Die praktische Anwendung der erlernten Kompetenzen findet im Wahlbereich Risk in practice statt. Dort können Studierende Vorträge aus der Praxis hören und selbst in unterschiedlichsten Projektarbeiten aus der wissenschaftlichen und industriellen Praxis tätig werden. Im Wahlbereich General elective modules können die Studierenden aus einem breitem Katalog ausgewählte Kompetenzen vertiefen und sich auch in bestimmten Anwendungsbereichen spezialisieren. Durch die Breite der Ausbildung von Ökonomie bis Soziologie und von theoretischen Grundlagen bis praktischen Problemstellungen sind die Absolventen und Absolventinnen in der Lage, ganzheitliche Risikomanagementstrategien zu entwickeln. Durch den Bereich Risk & Society können sie diese kritisch reflektieren und verantwortungsbewusst in einer Gesellschaft implementieren. Im Rahmen des Risk Lab kann eine Symbiose aus dem Gelernten gebildet und in einer praktischen Anwendung umgesetzt werden.

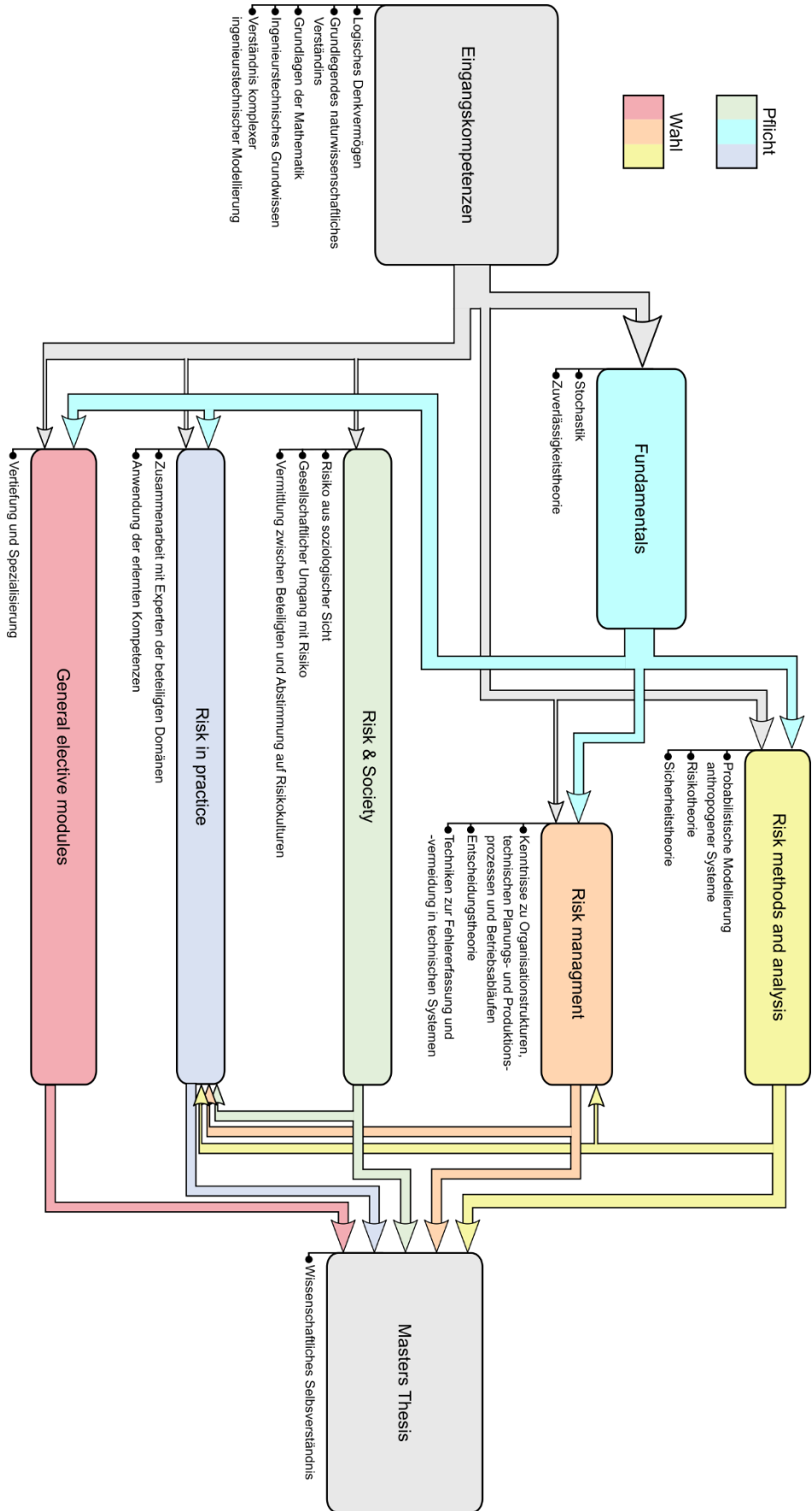


Abbildung 1: Aufbau der Kompetenzen.

6.1 Pflichtbereich

Fundamentals

Im Pflichtbereich Fundamentals wird die benötigte Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik eingeführt. Er ist für alle nachfolgenden Bereiche grundlegend.

Modulname	Credits
Probability Theory and Uncertainty Quantification	5
Reliability and safety analysis	5

Risk & Society

Im Pflichtbereich Risk & Society werden die soziologischen Aspekte des Studienganges vermittelt. In dem Modul Risk & Society werden die theoretischen Grundlagen gelegt. Innerhalb des Immersion project führen die Studierenden in Gruppenarbeit eine Fallstudie durch, welche sich mit einem sozio-technischen Ansatz bei der Risikobeurteilung beschäftigt.

Modulname	Credits
Risk & Society	5
Immersion project	7

Risk in practice

In diesem Pflichtbereich werden praktische Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt. Dabei werden sowohl fremde Projekte durch Gastvorlesungen aus Wissenschaft und Wirtschaft (Trends in risk and safety) vorgestellt als auch eigene Projekte in Gruppenarbeit realisiert (Risk Lab).

Die Projekte des Risk Lab werden sowohl von den am Studiengang beteiligten Lehrstühlen als auch in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft bereitgestellt und betreut. Die Projekte können sowohl in Gruppenarbeit bis zu 3 Studierenden als auch individuell durchgeführt werden.

Modulname	Credits
Trends in risk and safety	3
Risk Lab	12

6.2 Wahlbereich

Die Studierenden können in den einzelnen Wahlbereichen aus aufgeführten Modulen wählen. Die Modulkataloge der einzelnen Bereiche werden fortlaufend aktualisiert und mindestens 4 Wochen vor Semesterbeginn bekanntgegeben.

Risk methods & analysis

Der Wahlbereich Risk methods & analysis führt das Grundwissen in Stochastik und Zuverlässigkeit aus dem Pflichtbereich Fundamentals in Methoden der Datenanalyse, Sicherheitsanalyse, Risikoanalyse und Risikobeurteilung über. Mindestens 15 Credits aus den folgenden Modulen sind zu wählen:

Modulname	Credits
Mathematical Methods in Risk Analysis	5
Risk Assessment	5
System and Functional Safety	5
Python for Engineering Data Analysis - from Machine Learning to Visualization	5

Risk management

Der Wahlbereich Risk management führt disziplinenübergreifende Grundlagen zur Behandlung des Risikos ein. Dazu gehören Entscheidungsfindung, das Durchsetzen von Risikomanagement in Organisationsstrukturen, Sicherheitsmanagement und der Umgang mit menschlichen Faktoren beim Risikomanagement. Mindestens 15 Credits aus den folgenden Modulen sind zu wählen:

Modulname	Credits
Risk Management: The roles of leaders and followers in organizations	5
Advanced Seminar Marketing, Strategy & Leadership: Risk Perception and Communication	6
Operational Safety	5
Human reliability	5

General elective modules

Die General Electives dienen zur Spezialisierung auf einen Anwendungsbereich und/oder zur Vertiefung methodischer Kompetenzen. Der Wahlkatalog wird hier bewusst sehr breit gehalten. Insgesamt müssen mindestens 23 Credits aus dem Katalog gewählt werden. Beispiele befinden sich in

folgender Liste. Der vollständige Katalog wird fortlaufend fortgeschrieben und im Internet veröffentlicht

Modulname	Credits
Probabilistische Lebenszyklusanalyse und Unterhaltsmanagement von Infrastrukturbauten	3
Prognostics and Health Management	3
The Ethics and Politics of Existential Global Risks	6
Flood Risk and Flood Management	6
Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards	6
Safety and Certification of Avionics and Flight Control Systems	5
Safety and Certification of Aircraft	5
Road Safety Fundamentals	6
Seminar "Nuclear Safety Principles"	5
...	

6.3 Master's Thesis

Die Master's Thesis soll in der Regel nach erfolgreicher Ablegung aller Modulprüfungen im vierten Fachsemester als eigenständige wissenschaftliche Arbeit erfolgen, kann jedoch auch auf begründeten Antrag früher begonnen werden.

Die Betreuung und Bewertung erfolgt durch einen fachkundigen Prüfenden der am Masterstudien-gang Risk and Safety beteiligten Lehrstühle. Die Master's Thesis kann auch in einem klar definierten Rahmen in Zusammenarbeit mit einer außeruniversitären Betreuung angefertigt werden.

Die Master's Thesis muss in englischer Sprache angefertigt und mündlich verteidigt werden.

6.4 Studienplan

Abbildung 2: Allgemeiner Studienplan. zeigt einen allgemeinen Studienplan.

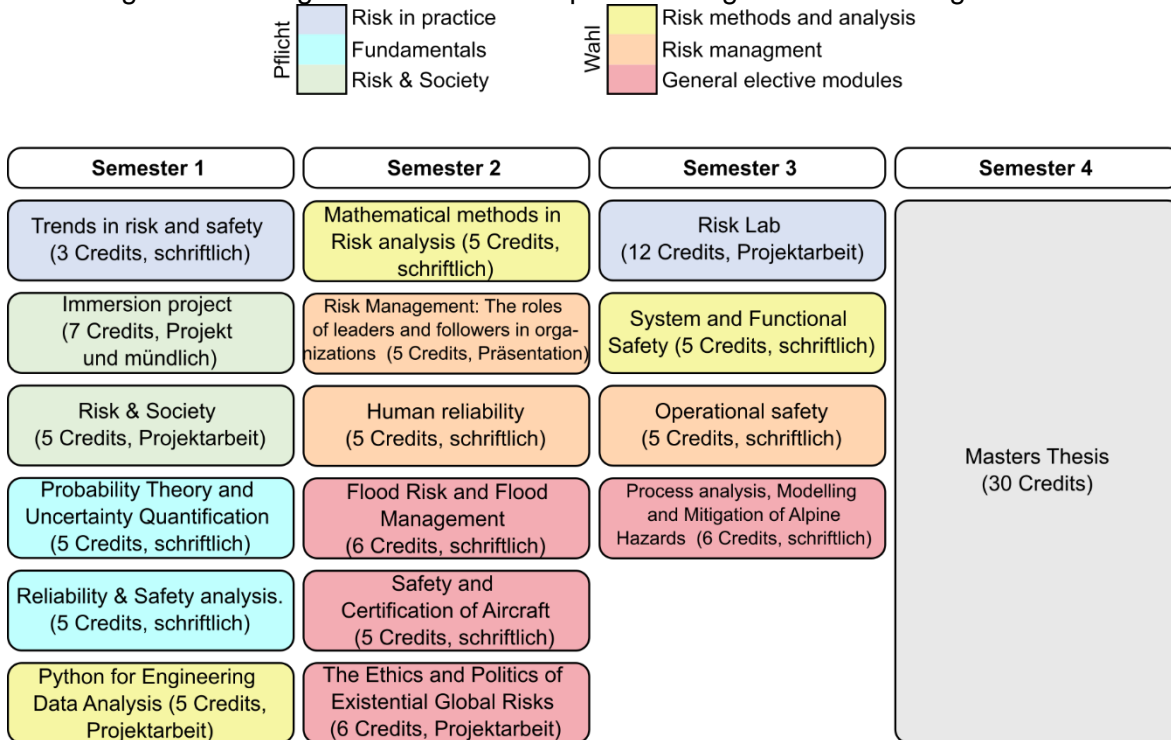


Abbildung 3: Exemplarischer Studienplan. zeigt eine mögliche explizite Wahl an Modulen in einem exemplarischen Studienplan.

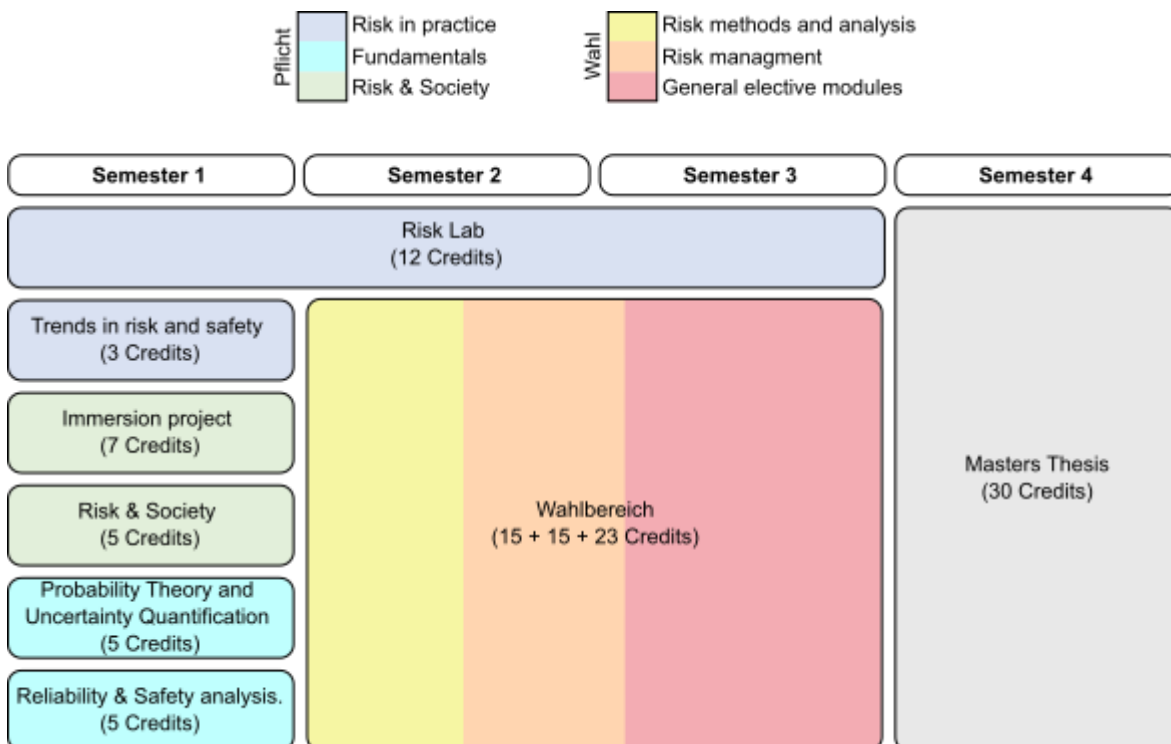


Abbildung 2: Allgemeiner Studienplan.



Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4
Trends in risk and safety (3 Credits, schriftlich)	Mathematical methods in Risk analysis (5 Credits, schriftlich)	Risk Lab (12 Credits, Projektarbeit)	Masters Thesis (30 Credits)
Immersion project (7 Credits, Projekt und mündlich)	Risk Management: The roles of leaders and followers in organizations (5 Credits, Präsentation)	System and Functional Safety (5 Credits, schriftlich)	
Risk & Society (5 Credits, Projektarbeit)	Human reliability (5 Credits, schriftlich)	Operational safety (5 Credits, schriftlich)	
Probability Theory and Uncertainty Quantification (5 Credits, schriftlich)	Flood Risk and Flood Management (6 Credits, schriftlich)	Process analysis, Modelling and Mitigation of Alpine Hazards (6 Credits, schriftlich)	
Reliability & Safety analysis. (5 Credits, schriftlich)	Safety and Certification of Aircraft (5 Credits, schriftlich)		
Python for Engineering Data Analysis (5 Credits, Projektarbeit)	The Ethics and Politics of Existential Global Risks (6 Credits, Projektarbeit)		

Abbildung 3: Exemplarischer Studienplan.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Master Risk and Safety ist ein Angebot der School of Engineering and Design. Studiengangsverantwortlicher ist Prof. Dr.-Ing. Daniel Straub.

Folgende Lehrstühle und Professuren sind an der Realisierung der Lehre des Studiengangs beteiligt:

TUM School of Engineering and Design

- Lehrstuhl Risikoanalyse und Zuverlässigkeit
- Lehrstuhl für Data-driven Materials Modeling
- Lehrstuhl für Ergonomie
- Lehrstuhl für Flight System Dynamics

TUM School of Social Sciences and Technology

- Lehrstuhl für Wissenschaftssoziologie

TUM School of Computation, Information and Technology

- Lehrstuhl für Finanzmathematik
- Lehrstuhl für Simulation von Nanosystemen für Energiewandlungen

TUM School of Management

- Lehrstuhl für Marketing und Konsumforschung
- Lehrstuhl für Strategie und Organisation

Für administrative Aspekte der Studienorganisation sind teils die zentralen Arbeitsbereiche des TUM Center for Study and Teaching (TUM CST), teils Einrichtungen der School zuständig (s. folgende Übersicht):

- Allgemeine Studienberatung:
 - zentral:
 - Studienberatung und -information (TUM CST)
 - E-Mailadresse: studium@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
 - bietet Informationen und Beratung für:
 - Studieninteressierte und Studierende
 - (über Hotline/Service Desk)
- Fachstudienberatung:
 - Max Teichgräber
 - E-Mailadresse: max.teichgraeber@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 23072
- Beratung Auslandsaufenthalt/
Internationalisierung:
 - zentral:
 - TUM Global & Alumni Office
 - internationalcenter@tum.de
 - dezentral:
 - Max Teichgräber

E-Mailadresse: max.teichgraeber@tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)89 289 23072

- Frauenbeauftragte:
 - zentral:
 - Stabstelle Chancengleichheit
 - E-Mailadresse: sandmann@zv.tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 22335

- Beratung barrierefreies Studium:
 - zentral:
 - Servicestelle für behinderte und chronisch kranke Studierende Studieninteressierte (TUM CST)
 - E-Mailadresse: Handicap@zv.tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 22737
 - dezentral:
 - Max Teichgräber
 - E-Mailadresse: max.teichgraeber@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 23072

- Bewerbung und Immatrikulation:
 - zentral:
 - Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
 - E-Mailadresse: studium@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
 - Bewerbung, Immatrikulation, Student Card, Beurlaubung, Rückmeldung, Exmatrikulation

- Eignungsverfahren:
 - zentral:
 - Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
 - E-Mailadresse: studium@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
 - dezentral:
 - Max Teichgräber
 - E-Mailadresse: max.teichgraeber@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 23072

- Beiträge und Stipendien:
 - zentral: Beiträge und Stipendien (TUM CST)
 - E-Mailadresse: beitragsmanagement@zv.tum.de
 - Stipendien und Semesterbeiträge

- Zentrale Prüfungsangelegenheiten:
 - zentral:
 - Zentrale Prüfungsangelegenheiten (TUM CST), Campus Innenstadt
 - Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide, Studienabschlussbescheinigungen

- Dezentrale Prüfungsverwaltung:
 - Prüfungsverwalter/in

- Prüfungsausschuss: Daniel Straub (Vorsitzender)
Schriftführer/in
- Qualitätsmanagement Studium
und Lehre: zentral:
Studium und Lehre -
Qualitätsmanagement (TUM CST)
www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/
dezentral:
Max Teichgräber
E-Mailadresse: max.teichgraeber@tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 23072