

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie

Teil A

TUM School of Engineering and Design
Technische Universität München

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: TUM School of Engineering and Design
- Bezeichnung: Ingenieur- und Hydrogeologie
- Abschluss: Master of Science
(M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit, Präsenzstudiengang
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV - Master)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2006/07
- Sprache: Deutsch/Englisch
- Hauptstandort: München
- Ergänzende Angaben: Kooperationsstudiengang im Rahmen des
Münchner GeoZentrums mit der
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
- Academic Program Director: Prof. Dr. Michael Krautblatter
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:
Dr. Katja Lokau
E-Mailadresse: katja.lokau@tum.de
Telefonnummer: 089-28925857
- Stand vom: 07.12.2023

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Studiengangsziele | 4 |
| 1.1 | Zweck des Studiengangs | 4 |
| 1.2 | Strategische Bedeutung des Studiengangs | 5 |
| 2 | Qualifikationsprofil | 8 |
| 3 | Zielgruppen | 10 |
| 3.1 | Adressatenkreis | 10 |
| 3.2 | Vorkenntnisse | 10 |
| 3.3 | Zielzahlen | 12 |
| 4 | Bedarfsanalyse | 16 |
| 5 | Wettbewerbsanalyse | 17 |
| 5.1 | Externe Wettbewerbsanalyse | 17 |
| 5.2 | Interne Wettbewerbsanalyse..... | 19 |
| 6 | Aufbau des Studiengangs..... | 20 |
| 7 | Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten | 27 |
| 8 | Entwicklungen im Studiengang | 30 |

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Die Herausforderungen unserer Zeit beinhalten unter anderem die Themen „nachhaltige Mobilität und Infrastruktur“, „sauberes Wasser“ und „saubere Energie“, sowie „Naturgefahren und Risikobewertung“ in Anlehnung an die 17 Nachhaltigkeitsziele der UN (siehe auch 1.2). Der Studiengang Ingenieur- und Hydrogeologie kann hier einen nennenswerten Beitrag leisten. So liefert die Ingenieurgeologie Lösungskonzepte für Infrastrukturprobleme (z.B. durch den Tunnelbau), die Hydrogeologie trägt zu sauberem Trinkwasser bei, mit Geothermie lassen sich klimaneutrale Energieressourcen prospektieren und die Ingenieurgeomorphologie leistet ihren Beitrag bei der Bewertung alpiner Naturgefahren (beispielsweise durch die Erforschung des Rückgangs von Permafrost in den Alpen).

Die **Ingenieurgeologie** stellt als Teilgebiet der Geotechnik das Bindeglied zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen der Geowissenschaften (wie Geologie, Mineralogie, Petrographie) und den Ingenieurwissenschaften (wie Bauingenieur-, Umweltingenieur-, Vermessungs- oder Maschinenwesen) dar.

Ingenieurgeologinnen und Ingenieurgeologen sind mit der Erkundung und Untersuchung des natürlichen Untergrunds sowie der Entwicklung daraus abgeleiteter Untergrundmodelle für technische Fragestellungen betraut. Bei der Bewertung der petrographischen und geotechnischen Eigenschaften von Gestein und Gebirge arbeiten sie Seite an Seite mit Geotechnikerinnen, Bauingenieuren, Geodätinnen, Bergingenieuren und Maschinenbauingenieurinnen und Anlageningenieuren für die Planung und Ausführung von Maßnahmen in den Bereichen Verkehrswegebau, Spezialtiefbau, Tunnel- und Kavernenbau, Geothermieanlagen und Alpinen Naturgefahren. Insbesondere Hangbewegungen und andere Naturgefahren stellen besondere Herausforderungen an die nachhaltige Planung und Nutzung von Infrastruktur und die Einschätzung von potentiellen Gefahren und Risiken der Geosphäre-Mensch-Interaktion. Beispielhaft wurde dies im Jahr 2023 durch die Bergstürze von Brienz/Schweiz Kanton Graubünden oder dem Fluchthorn/Österreich Tirol. Weitere aktuelle Herausforderungen für Ingenieurgeologinnen und Ingenieurgeologen stellen z. B. die Großprojekte Stuttgart 21, die Neu- und Ausbaustrecken der Bahn in ganz Deutschland, die zweite S-Bahn-Stammstrecke in München und der Grand-Paris-Express mit 200 Streckenkilometern auf vier neuen Untergrundlinien dar.

Mehr als 70% unseres Trinkwassers stammt aus Grundwasser. Während sich die **Hydrogeologie** traditionell mit der Verteilung und Strömung des Wassers im Untergrund

beschäftigte, hat sich dieses Fach über die letzten Jahrzehnte zu einer interdisziplinären Wissenschaft entwickelt.

Wasser stellt zudem einen der wichtigsten Energieträger dar. Neben der Nutzung von Wasserkraft an der Erdoberfläche gewinnt die Nutzung der geothermischen Energie zunehmend an Bedeutung. Gerade in einem an fossilen Energieträgern armen Land wie Deutschland und als „Hausherr“ des geothermisch prospektiven Bereichs unter dem bayerischen Molassebecken stellt die Erkundung und Erschließung dieser erneuerbaren Ressource ein Arbeitsfeld mit hohem Entwicklungspotential an der TUM dar ohne welches eine Energiewende nicht zu schaffen ist.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Technische Universität München stellt in ihren Zielen und Werten¹ den Menschen, die Natur und die Gesellschaft mit dem Ziel eines nachhaltigen Innovationsfortschritts in den Mittelpunkt. Dieses Grundverständnis prägt die Lehre und Zielsetzung von über 40 Studiengängen der TUM School of Engineering and Design (ED). In der Ausbildung ihrer Studierenden versteht die ED ein „human centered engineering“ als zentrale Leitlinie innerhalb der vielen Ingenieursdisziplinen, die unter ihrem Dach vereint sind. Dabei erachtet die ED als unerlässlich, dass Absolventinnen und Absolventen neben ihren fachlichen Kompetenzen auch in der Lage sind, die eigene Disziplin im gesellschaftlichen Kontext selbstkritisch zu reflektieren. Die von künftigen Absolventinnen und Absolventen hervorgebrachten ingenieurtechnischen Lösungen müssen gesellschaftsfähig sein, der Menschheit samt ihrem Lebensraum nachhaltig dienen, damit das Vertrauen der Gesellschaft in teils hochkomplexe Technologie sichergestellt bleibt.

Als Teil einer globalen Gemeinschaft richtet sich unser Handeln im Sinne der *TUM Sustainable Futures Strategy 2030*² an den *17 Nachhaltigkeitszielen* der UN³ aus. Nachhaltige Mobilität, sauberes Wasser und bezahlbare und saubere Energie werden tiefgreifende Transformationen in Industrie, Produktion und ingenieurstechnischen Herangehensweisen erfordern. Durch forschungsorientierte Lehre stellt die ED sicher, dass Innovationen und Erkenntnisse aus der Forschung den direkten Weg in die Ausbildung finden. Gleichzeitig arbeitet die School daran, interdisziplinäre Lehrangebote und überfachliches Kontextwissen systematisch in allen Studienangeboten zu verankern, um Schlüsselkompetenzen zur transformativen

¹ Fußnote: <https://www.tum.de/ueber-die-tum/ziele-und-werte>; Stand 19.06.2023

² Fußnote: <https://mediatum.ub.tum.de/1694551>

³ <https://unric.org/de/17ziele/>

Gestaltungsfähigkeit, offenes Denken oder den Umgang mit noch unscharfen Fragestellungen zu vermitteln.

In Diversität, Weltoffenheit und gegenseitiger Toleranz sieht die ED eine Bereicherung für eine gedankenoffene Kultur und den freien Austausch von Meinungen, Ideen und Erfahrungen. Die gegenseitige Wertschätzung individueller Begabungen und eine offene Kommunikation wirken positiv auf die soziale Kompetenz und kulturelle Sensibilität der Studierenden.

Orientiert an Schwerpunkten des Forschungsbereichs Focus-Area Hydro- and Geosciences bietet die TUM School of Engineering and Design eine breite Auswahl an Studiengängen an, welche die einzelnen Aspekte abdecken und den Absolventinnen und Absolventen damit eine gezielte Vorbereitung auf ihren Einsatz in der Wissenschaft und der Wirtschaft ermöglicht. Der Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie ist somit in das Mosaik der Masterstudiengänge der School ED auch mit den interdisziplinärer Kooperation, z.B. mit Architektur und Maschinen- und Anlagenbau perfekt eingebunden.

Verwandte Studiengänge an der School ED sind der Master Bauingenieurwesen mit Vertiefung „Geotechnik“ und der Master Umweltingenieurwesen mit Vertiefung „Wasser“.

Mehrere der zentralen Themengebiete der School ED werden durch den Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie angesprochen:

- Nachhaltige Mobilität – für jedes größere Verkehrsprojekt müssen ingenieur- und hydrogeologische Voruntersuchungen durchgeführt werden, die auf die Wechselwirkung Bauwerk/Untergrund und Bauwerk/Wasser sowie auf die Vorkommen und die Verfügbarkeit von Baurohstoffen eingehen. Bei der Baudurchführung unterstützt eine begleitende Dokumentation bei der Frage, welche Baugrundverhältnisse tatsächlich angetroffen wurden.
- Infrastruktur – besonders im Tunnel- und Kavernenbau, beim Spezialtiefbau und bei Brückenfundamenten sind ingenieur- und hydrogeologische Fragestellungen zu berücksichtigen. Dazu gehören die Auswahl und Leistungsprognosen von Maschinen ebenso wie die Beurteilung von Wasser- und Stabilitätsproblemen im Untergrund.
- Sauberes Wasser – die besonderen Herausforderungen der Hydrogeologie liegen darin, die Versorgung von 8 Milliarden Menschen mit sauberem Trinkwasser zu gewährleisten. Die Hydrogeologie der TUM beschäftigt sich deshalb neben der räumlichen und zeitlichen Verteilung des Wassers im Untergrund auch mit der anthropogenen Belastung der Trinkwasserressourcen und ihrer nachhaltigen Nutzung. Dabei ist ein vertieftes Verständnis zu mikrobiologischen, chemischen und hydraulischen Prozessen im Untergrund von großer Bedeutung, um das Ökosystem Grundwasser auch zukünftig als sichere Trinkwasserressource nutzen zu können.

- Saubere Energie – das geothermische Potenzial Bayerns wird als natürliche, nicht-fossile, erneuerbare Energie in der Zukunft beim Thema Energiewende eine tragende Rolle einnehmen.
- Naturgefahren und Risikobewertung – der Umgang mit Gefahren und Risiken durch die Mensch-Umwelt-Interaktion erfordert ein kompetentes Umgehen mit Naturgefahren, die von Hangbewegungen und anderen (alpinen) Naturgefahren ausgehen. Hier gilt es, Gefahren und Risiken für Infrastruktur und Individuen zuverlässig abzuschätzen, auch in eine Zukunft mit veränderten Umweltbedingungen hinein (beispielweise dem Rückgang des Permafrostes durch klimatische Veränderungen). Für die Planung, Projektierung und Nutzung von zukünftiger Infrastruktur müssen zuverlässige wissenschaftliche und planerische Aussagen über multiple Gefahren und Risiken entwickelt und modelliert werden.
- Umweltverschmutzung – hier sind Deponien, Altlasten und die Endlagerproblematik zu nennen. Der Beitrag von Ingenieur- und Hydrogeologinnen und –geologen liegt beispielsweise in der Erkundung und Sanierung von Schadstoffen oder bei der Suche nach einem geeigneten Endlager für radioaktive Abfälle. Ein weiterer Beitrag besteht in der Versorgung mit sauberem Trinkwasser und der Entsorgung von anfallendem Abwasser.

Der Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie gliedert sich in die an der TUM verfolgten und obengenannten interdisziplinären Forschungsschwerpunkte ein. Ingenieurgeologinnen und Hydrogeologen verwirklichen beispielsweise große Projekte im geologischen Untergrund. Angesichts immer knapper werdender Ressourcen wird deutlich, welcher Stellenwert einem nachhaltigen und schonenden Umgang mit der Geo- und Hydrosphäre zukommt.

2 Qualifikationsprofil

Das nachfolgende Qualifikationsprofil entspricht inhaltlich den Vorgaben des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmen – HQR) und den darin enthaltenen Anforderungen

- (i) Wissen und Verstehen,
- (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen,
- (iii) Kommunikation und Kooperation und
- (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität.

Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in der entsprechenden Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

Absolventinnen und Absolventen des anwendungsorientierten Masterstudiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie können geologisch-technische Probleme auf natur- und ingenieurwissenschaftlicher Grundlage verstehen (i), interdisziplinäre Zusammenhänge erfassen und wissenschaftliche Fragestellungen eigenständig ableiten und analysieren (ii). Sie sind in der Lage fachspezifische Problemsituationen zu bewerten, eigene Lösungsstrategien kreativ zu entwickeln und die Ergebnisse zu strukturieren (ii). Diese können von den Absolventinnen und Absolventen sowohl an Fachkolleginnen und Fachkollegen wie auch an fachfremde Beteiligte kommuniziert werden (iii). Ingenieurgeologen und Hydrogeologinnen können somit oft eine wichtige vermittelnde Stellung zwischen den Geowissenschaften und den Ingenieurwissenschaften einnehmen. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über ein hohes Maß an Sozialkompetenzen wie Teamfähigkeit, hohe kommunikative Kompetenz, insbesondere in Verhandlungen und zielorientierten Gesprächssituationen sowie über ethisch-verantwortungsvolle Handlungskompetenz und grundlegende Kenntnisse in Rechtsfragen im praktischen Berufsleben (iii).

Durch ihr breit angelegtes und im Masterstudium noch weiter vertieftes Grundlagenwissen in der angewandten Geologie, können die Absolventinnen und Absolventen ihr Wissen und Verstehen sowie ihre Fähigkeiten zur Problemlösung u.a. auch in neuem und unvertrautem regional-geologischen Kontext anwenden (ii).

Ingenieur- und Hydrogeologinnen und -geologen sind nach Abschluss des Studiums in der Lage, geologische Gegebenheiten im Gelände mit besonderem Augenmerk auf ingenieur- und hydrogeologische Fragestellungen zu erfassen und in Karten und Profilen darzustellen (i). An der Schnittstelle zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften angesiedelt, ist es ihnen möglich,

die wesentlichen Untergrundparameter im Hinblick auf Bau- oder Schutzmaßnahmen sowie Naturgefahren zu isolieren und mittels geeigneter Feld-, Labor- und Berechnungsmethoden zu quantifizieren und damit ein geologisch-geotechnisches Untergrund- bzw. Baugrundmodell zu entwickeln (ii). Die Absolventinnen und Absolventen sind fähig, das reichhaltige Spektrum an Labor- und Feldversuchen zur Bestimmung der Eigenschaften von Locker- und Festgesteinen wie auch der hydrochemischen und hydrogeologischen Eigenschaften des Mediums Wasser eigenständig durchzuführen, darzustellen und zu bewerten (ii).

Im Bereich der Hydrogeologie werden Absolventinnen und Absolventen ausgebildet, die praktische Aspekte der Schadstoffhydrogeologie anwenden, den Wasser- und Schadstofftransport qualitativ und quantitativ beschreiben und als hochqualifizierte Fachkräfte im Bereich der Geothermie für den Wachstumsmarkt Erneuerbare Energien arbeiten. Relevante Lehrinhalte in der Geothermie sind u.a. die hydrogeologische Charakterisierung des Untergrundes zur energetischen Nutzung und Speicherung von Wärmeenergie (ii).

Ingenieurgeologen und Hydrogeologinnen können Naturgefahren prozessual zuordnen, ihre Auswirkungen abschätzen und modellieren. Sie sind in der Lage, für vorgegebene Prozessräume Naturgefahren z.B. durch Hangbewegungen zu kartieren, zu digitalisieren und Aussagen über zukünftige Prozessaktivität zu treffen. Sie können Einzelprozesse modellieren und auch den Impact auf Infrastruktur und Individuen abschätzen. Sie können eine quantitativ fundierte Basis für die Planung, Projektierung und Nutzung von zukünftiger Infrastruktur im Wirkumfeld von Naturgefahren entwickeln und modellieren (ii).

Ingenieurgeologinnen und Hydrogeologen sind dazu befähigt die Grundlagen geothermischer Prozesse zu verstehen, Berechnungsmethoden für die Planung geothermischer Anlagen anzuwenden und können geoenergetische Nutzungsformen des tieferen Untergrundes bewerten (ii).

Schließlich sind sie in der Lage, ihre Erkenntnisse und Resultate in Wort und Bild sowohl wissenschaftlich wie auch anwenderbezogen darzustellen (z.B. gutachterliche Stellungnahmen) und mit modernen Methoden zu präsentieren (iii). Mit juristischen Fragen mit geowissenschaftlichem Hintergrund können sie grundsätzlich umgehen und Strategien der Interessensvertretung entwickeln (iv).

Absolventinnen und Absolventen sind im Bereich der Forschung und Entwicklung qualifiziert (iv). Sie können den aktuellen Stand der Forschung in ihrem (Spezial-)gebiet analysieren, neue Forschungsfragen formulieren oder daraus konkrete Lösungsansätze entwickeln (iv).

Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über die Promotionsfähigkeit mit entsprechender Kompetenz zum eigenen Entwurf von Untersuchungsszenarien und Versuchskonzeption.

Außerdem sind sie in der Lage, wissenschaftliche Themenstellungen zu konzipieren und wissenschaftliche Themen zu bearbeiten (iv).

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der konsekutive Masterstudiengang richtet sich vorrangig an:

- Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Geowissenschaften am Münchner GeoZentrum der TUM und der LMU mit Schwerpunkt Ingenieur- und Hydrogeologie.
- Absolventinnen und Absolventen der Bachelorstudiengänge Bau- und Umweltingenieurwesen der TUM oder anderer Universitäten, sofern sie bereits über geowissenschaftliche Grundkenntnisse verfügen.
- externe Bewerberinnen und Bewerber, die einen geowissenschaftlichen Bachelorstudiengang absolviert haben und über vertiefte Kenntnisse in Ingenieurgeologie und Hydrogeologie verfügen.
- deutschsprachige Bewerberinnen und Bewerber aus den DACH-Staaten mit guten englischen Sprachkenntnissen, da einzelne Module in englischer Sprache gehalten werden.
- Ausländische Bewerberinnen und Bewerber, die über sehr gute Deutschkenntnisse verfügen, so dass sie die Literatur und Kartenwerke, insbesondere aber die normativen Regelwerke der angewandten Geowissenschaften und Geotechnik verstehen und in der Praxis umsetzen können.

3.2 Vorkenntnisse

Für die Aufnahme in den Masterstudiengang wird ein Eignungsverfahren durchgeführt (siehe Anlage 2 der gültigen Fachprüfungsordnung). Absolventinnen und Absolventen ingenieurwissenschaftlicher oder naturwissenschaftlicher Bachelorstudiengänge, sowie vergleichbarer Studiengänge aus dem Geo-, Umwelt- oder Baubereich mit grundlegenden Fachkenntnissen in Geologie und Mineralogie können in enger Absprache mit der Fachstudienberatung unter Auflagen zugelassen werden. Dabei hat sich in den letzten Jahren

gezeigt, dass Auflagen bis zu 12 Leistungspunkten (CP) zu schaffen sind, mehr jedoch den Studienfortschritt im Masterstudiengang nachhaltig negativ beeinträchtigen.

Fehlende Kompetenzen in den geowissenschaftlichen Grundlagen können oder müssen (bei Vergabe als Auflage durch die Eignungskommission) durch Belegung eines entsprechenden Vorkurses (Modul „Vorkurs zu den Geowissenschaftliche Grundlagen“) nachgeholt werden. Diese Kompetenzen sichern auch international die Anerkennung des Masterabschluss im Bereich Ingenieur- und Hydrogeologie⁴.

Der Vorkurs Geowissenschaftliche Grundlagen (Grundlagenkurs) ist aus neun bis zehn Einheiten aufgebaut und erstreckt sich über neun bis zehn Tage. Die einzelnen Einheiten decken folgende Themen ab: Minerale und Gesteine, Karten & Profile, sowie Grundlagen in der Ingenieur- und Hydrogeologie mit jeweils einer ersten Geländeübung. Der modulare Aufbau des Grundlagenkurses ermöglicht auch eine Teilnahme an einzelnen Thementagen, um fachliche Lücken zu schließen oder einzelne Themen aufzufrischen. Der Grundlagenkurs wird geblockt unmittelbar vor Vorlesungsstart angeboten und steht allen Studierenden im Master Ingenieur- und Hydrogeologie zur Verfügung. Dies stellt sicher, dass die Kohorte der Anfängerinnen und Anfänger nicht zu inhomogen zusammengesetzt und bestens für den Start in das Masterstudium vorbereitet ist.

Das Studium ist mit umfangreicher Gelände- und Laborarbeit verknüpft. Bewerberinnen und Bewerber sollten grundsätzliche Bereitschaft zur Arbeit im Freien sowie zu experimenteller Arbeit im Labor haben.

Kenntnisse der englischen Sprache in Wort und Schrift sind nachzuweisende Voraussetzung für die Aufnahme in den Studiengang. Offenheit im Umgang mit fremden Sprachen und Kulturen erhöhen die Chancen für die Beschäftigung bei oft international agierenden potenziellen Arbeitgebenden im Bereich der angewandten Geologie.

Die folgenden Kompetenzen sind eine wesentliche Voraussetzung für den Studienerfolg und den angestrebten Studienabschluss.

Einzelne Eignungsparameter sind:

- Interesse an wissenschaftlicher, methodenorientierter Arbeitsweise

⁴ Hierzu liegt eine mündliche Stellungnahme des Präsidenten der IAEG „International Association of Engineering Geology“, Herrn Prof. Vassilis Marinos vor. Er leitet die Arbeitsgruppe „Ausbildung in der Ingenieurgeologie“

- Vorhandene Fachkenntnisse aus einem geowissenschaftlichen Erststudium in Anlehnung an den gemeinsamen Bachelorstudiengang Geowissenschaften am Münchner GeoZentrum der TUM und der LMU oder verwandten Studiengängen oder
- Vorhandene Fachkenntnisse aus einem ingenieurwissenschaftlichen Erststudium (Umweltingenieurwesen oder Bauingenieurwesen) mit grundlegenden Fachkenntnissen in allgemeiner Geologie und Mineralogie, Grundbau und Bodenmechanik und/oder Hydrologie
- Beherrschen der Fachsprachen in mündlicher und schriftlicher Form
- Wissenschaftsorientiertes Interesse an natur- und ingenieurwissenschaftlichen Problemstellungen

3.3 Zielzahlen

Die Attraktivität des Studiengangs zeigte sich in der bisher in etwa gleichbleibenden Zahl an Bewerbungen bis zum Beginn der Covid-Pandemie im Jahr 2020. Seit dem WS 2021/22 können nun wieder langsam ansteigende Bewerber- und Studierendenzahlen verzeichnet werden (siehe Abbildung 1). Mit der nun neuen Satzung wird der Master auch für Bewerberinnen und Bewerber aus den Bachelorstudiengang Umwelt- und Bauingenieurwesen durchlässiger und durch den deutlich größeren Wahlbereich mit Vertiefungsrichtungen auch interessanter. Das deutlich interdisziplinäre Lehrangebot trägt damit den Zielen der ED Rechnung (siehe 1.2) und bewirkt, dass perspektivisch in den kommenden Jahren auch höhere Studierendenzahlen zu erwarten sind.

Die Anzahl weiblicher Studierender liegt bei etwa 30-40%. Pro Jahrgang werden in der Anfangsphase 20-25 wie bisher, dann zunehmend etwa 30 bis 35 Studierende angestrebt. Die begrenzte Zahl der Laborplätze und die begrenzte Teilnehmerzahl bei Geländeübungen, welche z.T. mit dem Besuch von Tunnelbaustellen, Geländebegehungen im Hochgebirge oder der Befahrung von Bergwerken zu begründen ist, limitieren die Studienanfängerinnen und Studienanfängern pro Jahrgang auf derzeit max. 35 (siehe Abbildung 2). Da Lehrmethoden dieser Art essenziell für die ebenso praxisnahe wie wissenschaftlich tiefgehende Ausbildung nötig sind, ist die angestrebte Größenordnung an Studierenden für die Sicherung der Qualität der Lehre unabdingbar. Für die genannte Zahl von Studienanfängerinnen und –anfängern kann eine hochwertige Ausbildung sowie intensive Betreuung in den Übungen und Praktika mit den vorhandenen Personal- und Raumressourcen sichergestellt werden.

Die Einschreibungen in den Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie konnten stetig gesteigert werden und haben im den letzten Jahr wieder das Niveau der Zielgröße erreicht. Der

Masterstudiengang ist derzeit der erfolgreichste der vier konsekutiven Masterstudiengänge, die auf dem gemeinsamen Bachelorstudiengang Geowissenschaften der TUM und der LMU aufbauen. Dies liegt einerseits an den guten Berufsaussichten, andererseits an der stringent strukturierten Ausbildung und der von den Studierenden sehr geschätzten intensiven fachlichen und persönlichen Betreuung. Die Zahl der Bewerberinnen und Bewerber ist seit Einführung des Studiengangs zum WiSe 2006/2007 stetig gestiegen. Etwa 70–80 % der zum Studium zugelassenen Bewerberinnen und Bewerber kommen aus o.g. Bachelorstudiengang, wobei pro Studienjahr in diesem Studiengang etwa 50–80 Absolventinnen und Absolventen abschließen (Quelle: Prüfungsamt Naturwissenschaften Innenstadt; Kontaktstelle Geowissenschaften der LMU).

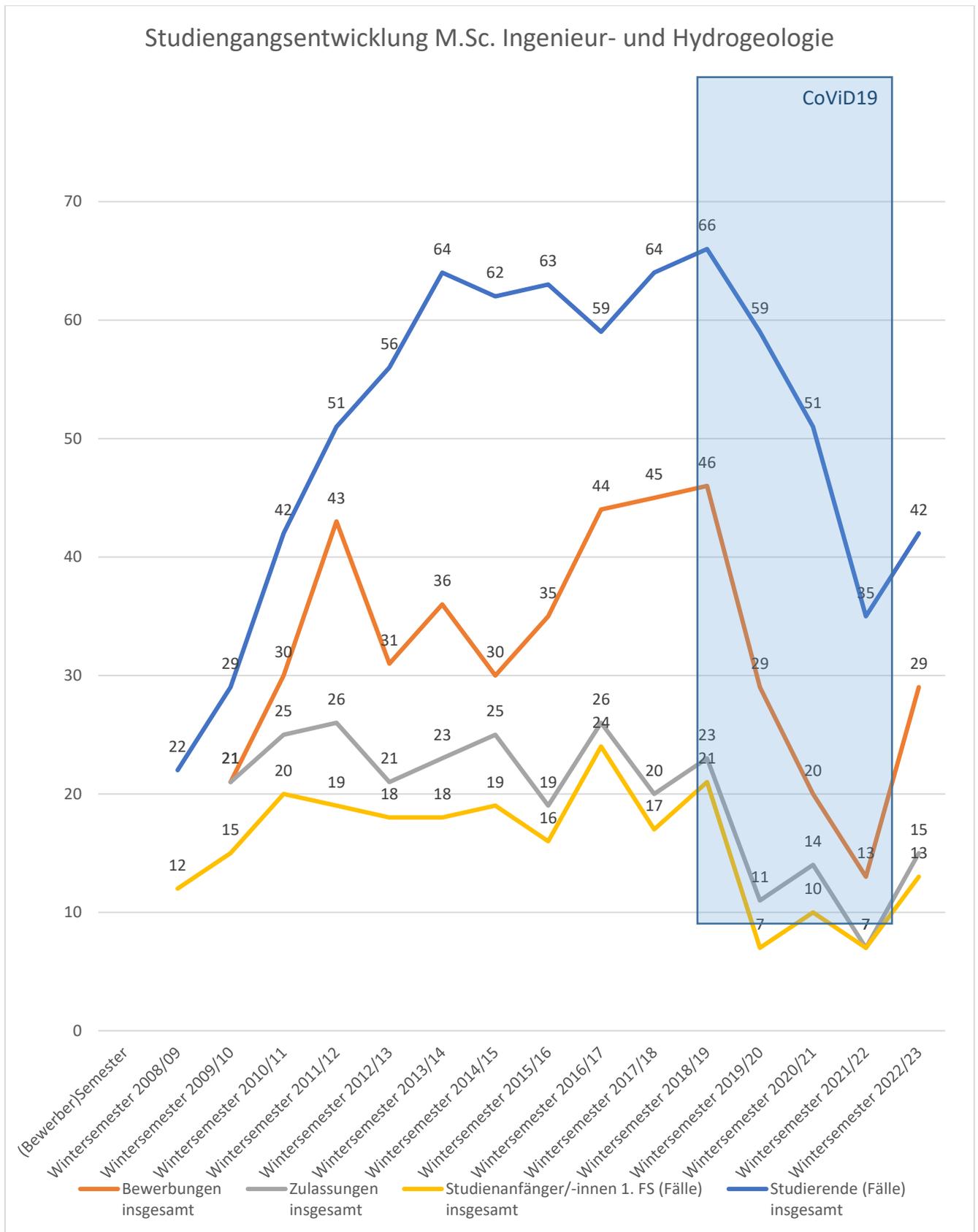


Abbildung 1: Studiengangsentwicklung im Master Ingenieur- und Hydrogeologie; Quelle TUM CST

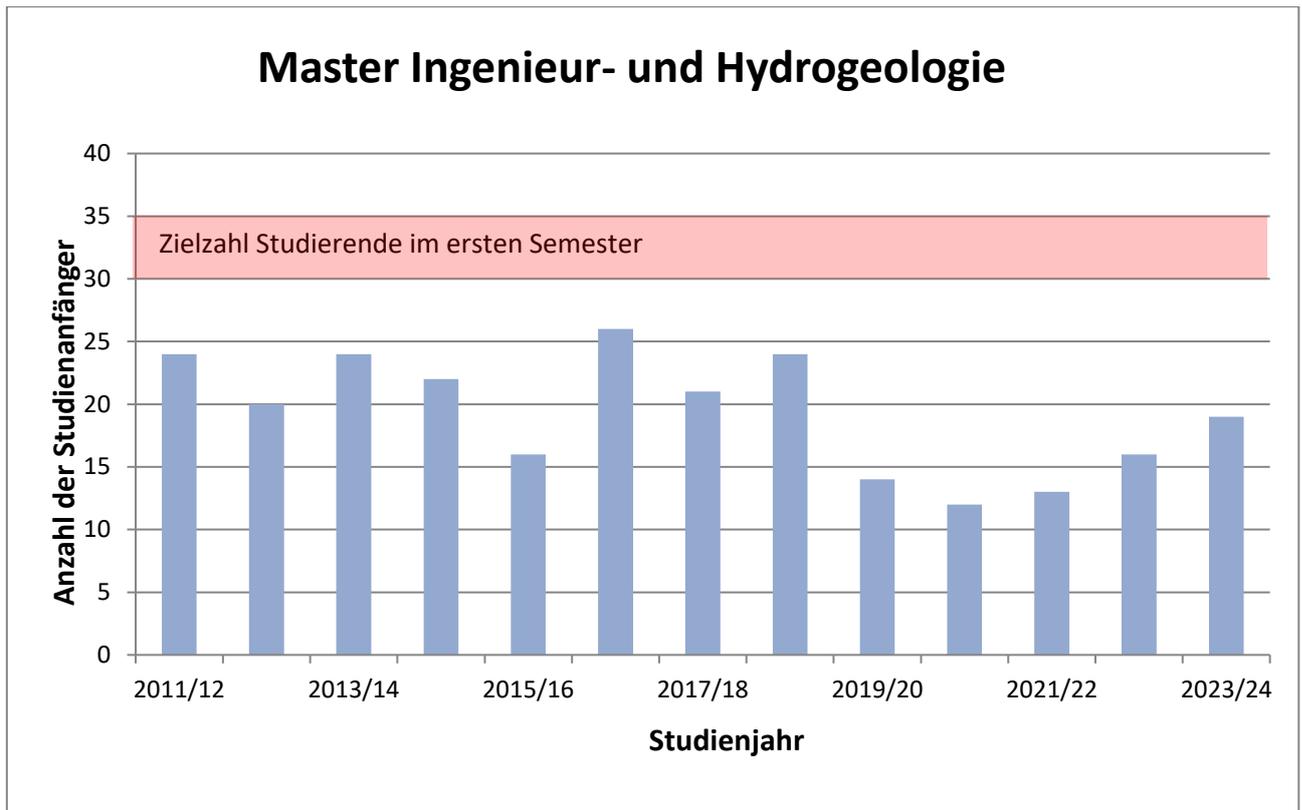


Abbildung 2: Zahl der Studierenden im 1. Fachsemester des Masterstudiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie; Studienjahr 2023/24 noch ohne SoSe 2024; Quelle Immatrikulationsamt der TUM auf Basis der Zahlen in TUMonline

4 Bedarfsanalyse

Die Erfahrung der ersten 10 Jahre des Masterstudienganges zeigt, dass eine Anzahl von 20–25 Absolventinnen und Absolventen gut am Arbeitsmarkt aufgenommen werden kann (siehe auch Abbildung 3). Mit einem noch breiter aufgestellten Master, wie ihn das derzeitige Curriculum mit den vier Vertiefungsrichtungen bietet, können sogar noch etwa 30–40 % mehr Absolventinnen und Absolventen unterkommen. Vorrang vor höheren Zahlen abschlussinhabender Personen hat aber in jedem Fall die Hochwertigkeit der Ausbildung.

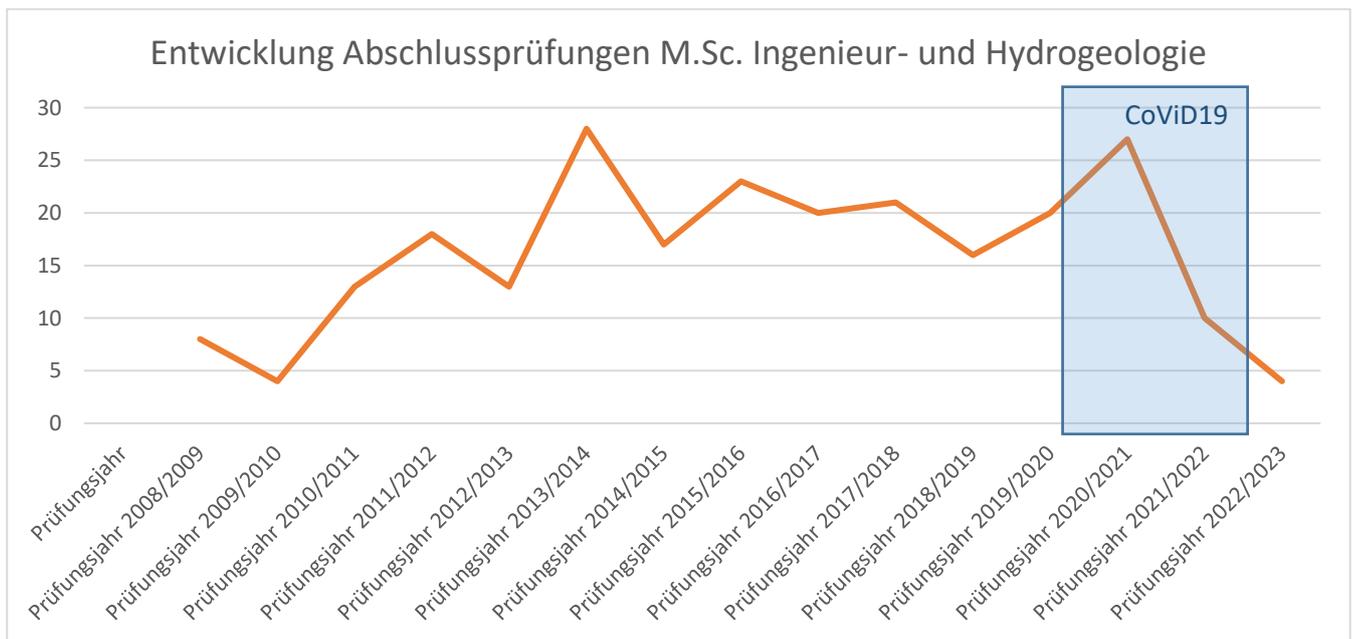


Abbildung 3: Entwicklung der Abschlussprüfungen im Master IHG; Quelle TUM CST.

Laut dem Karriereportal „Der Zeit“ sind „die Karriereperspektiven für Geowissenschaftler und Geologinnen angesichts des Klimawandels und des Bevölkerungswachstums und der damit einhergehenden ökologischen Fragen (...) derzeit sehr gut, national wie international“⁵.

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie können sich einer hohen Nachfrage am Arbeitsmarkt sicher sein. Ingenieurbüros aus dem In- und Ausland als Hauptarbeitsstellen für ingenieur- und hydrogeologische Projektarbeit treten immer wieder mit Anfragen an die Lehrstühle und die Professuren der Geowissenschaften an der TUM heran und legen besonderen Wert auf Absolventinnen und Absolventen mit Abschluss Ingenieur- und Hydrogeologie der TUM. Es wird seitens der Arbeitgebenden ausdrücklich bestätigt, dass unsere Absolventinnen und Absolventen die Kenntnisse, Fähigkeiten und

⁵ <https://www.academics.de/ratgeber/geowissenschaften-berufe-berufsaussichten>; abgerufen am 20.11.2023

Kompetenzen im Studium erworben haben, die dem Anforderungsprofil in der Praxis entsprechen. Gleiches gilt für öffentliche Arbeitgebende und wissenschaftliche Einrichtungen. In den letzten Jahren konnten zahlreiche neu-geschaffene Stellen mit Absolventinnen und Absolventen des Studienganges erfolgreich dauerhaft besetzt werden.

Es ist zu erwarten, dass die momentan schon hohe Nachfrage nach Absolventinnen und Absolventen aus dem Arbeitsfeld der Ingenieur- und Hydrogeologie und in ganz besonderem Maße in jungen Arbeitsgebieten wie der Geothermie künftig noch weiter ansteigen wird. So können einer Potenzialanalyse der Geothermie-Allianz Bayern zufolge rund 40% des Wärmebedarfs in Bayern mittels Tiefengeothermie gedeckt werden.⁶ Dies setzt natürlich ein entsprechendes Angebot an Fachpersonal u.a. gut ausgebildete Ingenieur- und Hydrogeologinnen auf dem Arbeitsmarkt voraus. Hier gilt es die Zahlen der Absolventinnen und Absolventen weiter zu steigern (siehe Abbildung 3).

5 Wettbewerbsanalyse

Der Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie hat eine ausgezeichnete Reputation auf nationaler und internationaler Ebene. Innerhalb der TUM ermöglicht dieser Studiengang ein thematisch alleinstehendes, aber in engem Kontakt zu anderen Fachrichtungen wie Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen und Geodäsie stehendes Studium. Zudem gibt es mit dem Masterstudiengang GeoThermie/GeoEnergie, einem Joint-Degree-Studiengang der TUM mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), weitere interessante Anknüpfungspunkte auf dem Gebiet der Angewandten Geowissenschaften.

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Die Kombination aus Ingenieur- und Hydrogeologie in einem Masterstudiengang ist deutschlandweit einzigartig und aufgrund der praktischen Anforderungen in der Berufswelt der angewandten Geologie äußerst sinnvoll. Der Masterstudiengang erfüllt dabei zudem die hohen curricularen Anforderungen an das Hochschulstudium für den *Sachverständigen Geotechnik (EASV)* als bundesweit einziger Masterstudiengang aus dem Bereich der Geologie (siehe Teil B).

⁶ https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Energie/Rohstoffe/Geothermie/2022-09-30_Kurzfassung_Masterplan.pdf; abgerufen am 20.11.2023

Der Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie wird gemeinschaftlich von der TUM und der LMU unter dem „virtuellen Dach“ des Münchner GeoZentrums angeboten und federführend von der TUM getragen. Der Studiengang ist in Deutschland einmalig, da lediglich an der TUM jeweils ein Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, ein Lehrstuhl für Hydrogeologie und seit 2023 auch ein vollwertiger Lehrstuhl für Hangbewegungen existieren, sowie eine Professur für Geothermie und ein Institut für Hydrochemie. Damit ist die TUM für den vorliegenden Masterstudiengang hervorragend aufgestellt. Bundesweit besitzen nur weitere vier Universitäten das Potential für die Entwicklung eines solchen Programms: die RWTH Aachen, die TU Berlin, die TU Darmstadt und die Universität Karlsruhe.

Die TUM besitzt gegenüber den genannten Universitäten jedoch ganz zentrale Vorteile:

- Jeweils eigenständige, gut ausgestattete Lehrstühle für Ingenieurgeologie und für Hydrogeologie,
- Seit 2023 einen vollwertigen Lehrstuhl für Hangbewegungen, der im Rahmen des Qualitätspakts Lehre zunächst als Professur für einen Zeitraum von 5 Jahren gewährt wurde und inzwischen verstetigt wurde und stetig weiter ausgebaut wird.
- ein eigenständiges Institut für Hydrochemie (School of Natural Sciences),
- eine eigenständige Professur für Geothermie, die den neu konzipierten Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie vor allem mit Kompetenzen im Bereich der Reservoirmodellierung und der Erschließung tiefer geothermische Ressourcen zur Verfügung stehen wird.
- Eine breite Abstützung in der Allgemeinen Geologie durch den Lehrstuhl für Ingenieurgeologie selbst und die Fakultät für Geowissenschaften der LMU im Münchner GeoZentrum, welche bereits durch das gemeinsame Bachelorstudium Geowissenschaften manifestiert ist.
- Kooperation innerhalb der School of Engineering and Design und mit anderen Schools z.B. mit der Munich School of Engineering (MSE) im Rahmen des Masterplans Geothermie des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie⁶.
- Von der fachlichen Breite ist die TUM auf den Gebieten Ingenieurgeologie, Hangbewegungen, Hydrogeologie und Geothermie damit im deutschsprachigen Raum einzigartig und die Absolventinnen und Absolventen können somit ein weites fachliches Feld bedienen und damit steigen die Chancen auf hochwertige Beschäftigung sehr. Dies gilt auch gegenüber der Technischen Universität Wien, der Universität für Bodenkultur Wien, der Technischen Universität Graz, der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und der École Polytechnique de Lausanne, die demgegenüber nicht über dieselbe Bandbreite bzw. Ausstattung verfügen.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Der Studiengang verfügt über ein einzigartiges Profil an der Schnittstelle zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften der TUM und hat sowohl Anknüpfungspunkte innerhalb der School of Engineering and Design in den dort verankerten Bereichen der Ingenieurgeodäsie, des Wasserbaus, der Risikoanalyse sowie der Geotechnik und schoolübergreifend mit der School of Natural Sciences (z.B. Chemie) und der Munich School of Engineering. Die Hydrogeologie steht in einem engen fachlichen Kontakt zur Hydrochemie der School of Natural Sciences. Über das Münchner GeoZentrum verbindet sich der Studiengang mit einer der größten Lehr- und Forschungskapazitäten der Geowissenschaften in Deutschland mit über 20 Professuren in diversen Fachbereichen. Mit dem Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (UI) verzahnt sich unser Studiengang über gemeinsame Veranstaltungen mit drei UI-Vertiefungsrichtungen „Hydrogeologie“, „Geomechanik und Tunnelbau“ und „Naturgefahren und Risiken.“ Studierende des Masters Bauingenieurwesen sowie andere Masterstudierende des Münchner GeoZentrums nutzen bei uns einzelne Module wie z.B. *Alpine Naturgefahren, Felsmechanik und Felsbau und Landslides*.

Unter den Gründen, die Studierende für die Wahl des Studiengangs angeben, ist „der gute Ruf des Studiengangs im Hinblick der Jobaussichten“ der am häufigsten genannte Punkt neben der „Qualität des Studiums“, der „hohen Fachkompetenz der Dozierenden“ und der „Themenkombination Ingenieur- und Hydrogeologie mit alpinen Naturgefahren und Geothermie“.

Im Wirkumfeld des Münchner GeoZentrums, das gemeinsam von LMU und TUM getragen wird, hat sich der Master Ingenieur- und Hydrogeologie mit ca. 20 Studierenden pro Studienjahr zu dem derzeit stärksten Masterstudiengang entwickelt, zusammen mit Geomaterials und Geochemistry (LMU). Weitere Masterstudiengänge im geowissenschaftlichen Bereich sind Geophysics (LMU), Geo- and Paleobiology (LMU), GeoThermie/ GeoEnergie (FAU/TUM). Der seit mehreren Jahren ausgesetzte Masterstudiengang Geology (LMU) wird gerade unter dem Dach des Münchner Geozentrums neu konzipiert.

Die Absolventinnen und Absolventen qualifizieren sich dabei in alle angewandten Berufszweigen und auch für die wissenschaftliche Laufbahn. Typische Arbeitgebende sind geologische und geotechnische Ingenieurbüros in Umwelttechnik, Geothermie und Baufirmen, Universitäten (z.B. ETH, TU Graz, KIT) und Forschungsinstitute (z.B. WSL, SLF, GFZ) sowie die gehobene Verwaltung auf Landes- und Bundesebene (Landesamt für Umwelt, Umweltministerium, Straßenbauamt, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) und die Ressourcenbranche.

Dieses überaus positive Feedback des akademischen und angewandt-geologischen Arbeitsmarktes, die guten Bewertungen der Studiengangsbefragungen⁹ und die hohe externe Anerkennung des Studiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie reflektieren die regelmäßigen Weiterentwicklungen im Kräftefeld des wissenschaftlichen Fortschritts, der veränderten Arbeitsmarktanforderungen und der Optimierung des Kompetenzerwerbs im Studium.

6 Aufbau des Studiengangs

Der Studiengang umfasst vier Semester (120 CP) und ist in vier thematische Blöcke (rot, grün, blau und orange) untergliedert, dazu kommt ein „neutrales“ Modul zur Regionalen Geologie (weiß). Im Pflichtmodul „Gelände und Labor“ (bunt) können aus allen vier Themengebieten von Ingenieurgeologie bis Geothermie je nach Studienschwerpunkt Kurse bzw. Gelände- und Labortage eingebracht werden.

Die Blöcke sind semesterübergreifend verteilt und bestehen im 1. Fachsemester aus Pflichtmodulen, um eine gemeinsame Basis in der jeweiligen Kohorte zu verankern, in den höheren Semestern aus Pflicht-, sowie Wahlmodulen (siehe auch Abbildung 4):

- Regionale Geologie (6 CP) - weiß
- Gelände & Labor (6 CP) - bunt
- Ingenieurgeologie (27 CP)
- Alpine Naturgefahren / Ingenieurgeomorphologie (27 CP)
- Hydrogeologie (33 CP)
- Geothermie (15 CP).

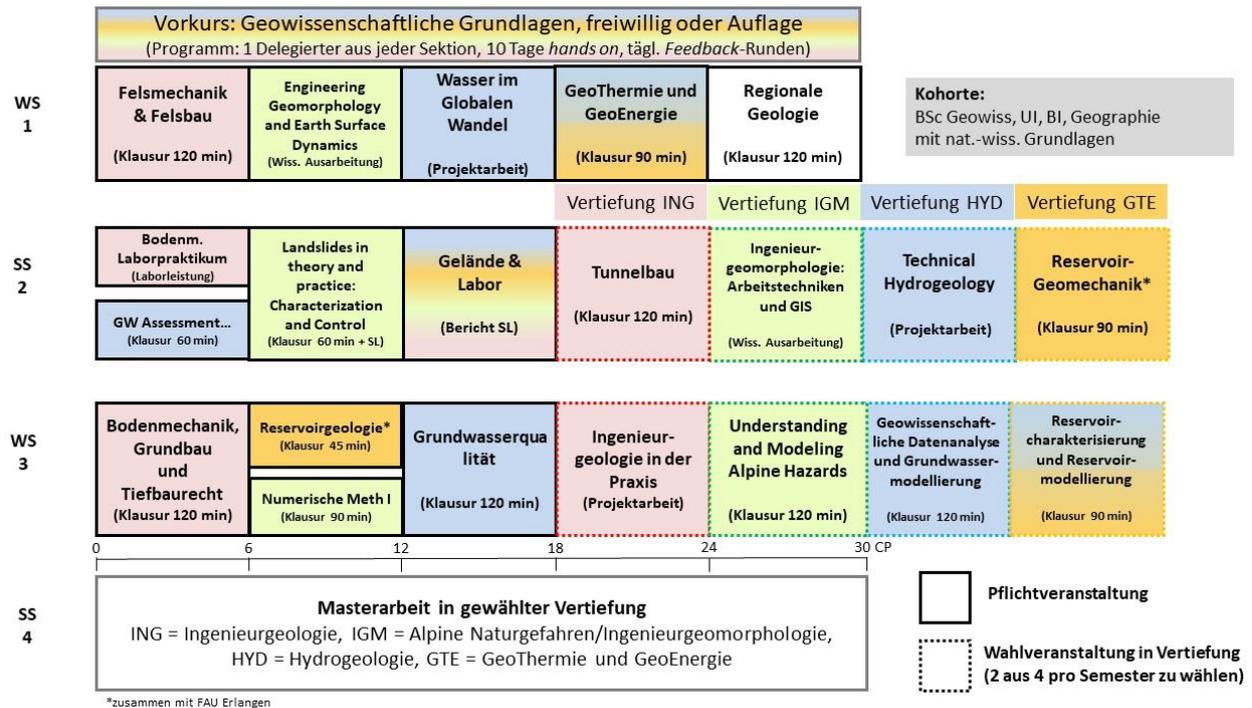


Abbildung 4: Studienplan des Masterstudiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie

Im Modul *Regionale Geologie* werden die grundlegenden Methoden der regionalen Geologie vermittelt. Die Studierenden sind nach dem Absolvieren des Moduls in der Lage, die Regionale Geologie der behandelten Gebiete (Alpenregion und Alpenvorland) zu verstehen und haben einen umfassenden Überblick über die Stratigraphie, den geologischen Bau, die geologisch-tektonische, paläogeographische und die plattentektonische Entwicklung der ausgewählten Gebiete sowie über die regionalen Grundwasserleiter mit ihrer Verbreitung. In ausgewählten Beispielregionen sind sie in der Lage, die Profile von Formationen verschiedener Einheiten zu erläutern und vor dem Hintergrund ihrer Entstehung zu interpretieren. Sie können Gesteine, Ausschnitte geologischer Karten und geologische Profile den behandelten geologisch-tektonischen Einheiten zuordnen und ihre charakteristischen Eigenschaften beschreiben. Sie sind in der Lage, selbst schematische Profile durch die behandelten geologisch-tektonischen Einheiten zu zeichnen und diese zu erläutern und sie in den Kontext der regionalen Hydrogeologie zu setzen. Durch dieses vertiefte Grundlagenwissen, können die Absolventinnen und Absolventen ihr Wissen und Verstehen sowie ihre Fähigkeiten zur Problemlösung in den behandelten standortnahen Regionen der TUM (Deutschland und Alpenraum) stärken, sind aber auch in der Lage diese in neuem und unvertrautem regionalgeologischen Kontext anwenden.

Im zweiten und dritten Fachsemester ist der Wahlmodulbereich angesiedelt. Hier können die Studierenden frei zwei aus den vier angebotenen Vertiefungsrichtungen wählen. Da die jeweiligen Module der Vertiefungsrichtung fachlich aufeinander aufbauen, ist es weder sinnvoll noch möglich den gewählten Vertiefungsbereich zu ändern. So ist z.B. die Vertiefungsrichtung

Ingenieurgeologie mit ihrem Pflicht- und Wahlbereich auf die curricularen Voraussetzungen für „Sachverständige für Geotechnik“ nach den Empfehlungen des Arbeitskreises AK 2.11 der Fachsektion Erd- und Grundbau der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. DGGT⁷ ausgelegt. Dies erklärt u.a. auch den vergleichbar hohen Anteil an Pflichtmodulen im Masterstudiengang.

Im Modul *Gelände & Labor* können Studierende ihr theoretisches Wissen mit eigenen Erfahrungen aus der Praxis sowohl im Gelände als auch im Labor ergänzen. Die jeweiligen Vertiefungsrichtungen bieten dabei sowohl Labor- als auch Geländetage an; die Studierenden sind jedoch frei in ihrer Auswahl. Sie sind in der Lage, geologische Gegebenheiten im Gelände mit besonderem Augenmerk auf ingenieur- und hydrogeologische Fragestellungen zu erfassen und in Karten und Profilen darzustellen. Zudem können sie auch selbst durchgeführte Laborversuche und Ergebnisse besser analysieren und bewerten. Nicht zuletzt fördern Gelände- und Laborkurse, da meist in Gruppen gearbeitet wird, die Sozialkompetenz und Teamfähigkeit, sowie die Fähigkeit kreative eigenen Lösungsstrategien zu entwickeln.

Im Block Ingenieurgeologie (rot) werden mit den Pflichtmodulen *Felsmechanik und Felsbau*, *Bodenmechanischen Laborpraktikum* und *Bodenmechanik, Grundbau und Tiefbaurecht* die Grundlagen für die geotechnischen Anforderungen im späteren Beruf gelegt. Zudem wird im Modul *Bodenmechanik, Grundbau und Tiefbaurecht* mit den juristischen Aspekten eine überfachliche Qualifikation im Pflichtbereich erreicht. So können die Absolventinnen und Absolventen mit juristischen Fragen mit geowissenschaftlichem Hintergrund grundsätzlich umgehen und Strategien für Interessensvertretungen entwickeln.

Darauf aufbauend runden die Wahlmodule *Tunnelbau* und *Ingenieurgeologie in der Praxis* die fachlichen Kompetenzen ab. Durch das projektbezogene Arbeiten z.B. im Modul Ingenieurgeologie in der Praxis sind Studierende in der Lage, ihre Erkenntnisse und Resultate in Wort und Bild sowohl wissenschaftlich wie auch anwenderbezogen darzustellen (z.B. gutachterliche Stellungnahmen) und mit modernen Methoden zu präsentieren.

Der Block Hydrogeologie bringt die Studierenden in die Lage, Kompetenzen im Bereich Wasser und Grundwasser aufzubauen. Dabei behandelt das neue Modul „*Wasser im Globalen Wandel*“ z.B. die Herausforderungen und Lösungsstrategien die der Klimawandel an die Gesellschaft stellt. Anhand von verschiedenen Fallbeispielen werden Themen wie Dürre und Hochwasser, die Nachhaltige Nutzung von Tiefengrundwasser, Grundwasserversalzung und der

⁷ https://www.dggt.de/images/PDF-Dokumente/Arbeitskreise/ak_2-11_empfehlung_2016.pdf

Schadstofftransport im Grundwasser analysiert und modelliert. Die Module Grundwasserbewertung und Grundwasserqualität bauen fachlich aufeinander auf und beschäftigen sich mit dem Transport von Wasser und den darin enthaltenen Schadstoffen. Absolventinnen und Absolventen können komplexe hydrogeologische Fragestellungen analysieren und mathematisch beschreiben, sowie Lösungsvorschläge entwickeln und quantitativ berechnen. Sie sind in der Lage beispielsweise Isotopendaten eines Grundwasserleiters hydrogeologisch zu bewerten und den Schadstoffabbau damit qualitativ und quantitativ zu beschreiben. Die aufeinander aufbauenden Wahlmodule *Technische Hydrogeologie* und *Geowissenschaftliche Datenanalyse* stärken die Expertise der Absolventinnen und Absolventen im Umgang mit statistischen Datenmaterial im Zusammenhang mit der Modellierung von Grundwasserleitern. Diese Expertise können Absolventinnen und Absolventen im wissenschaftlichen, aber auch in projektbezogenem Kontext später weiter nutzen.

Der Block Alpine Naturgefahren / Ingenieurgeomorphologie (grün) reicht von einer sehr praxisnahen Ausbildung zum Thema Hangbewegungen und alpine Naturgefahren bis hin zur Berechnung und Modellierung dieser Gefahren mit numerischen Codes. Kompartimente sind Module zur theoretischen und integrativen Ausbildung in *Landslides* und *Alpine Hazards*, Module zur „hands-on“ Ausbildung im Gelände (Kartierungsübung Rindberg, Geländeübungen Hangbewegungen Nördliche Kalkalpen, Vajont/Südalpen und Flims/Schweizer Alpen), „hands-on“ Modellierkurse zu *Numerischen und Statistischen Methoden der Geowissenschaften* sowie die Implementierung der erlernten Kompetenzen in Geoinformationssysteme (GIS), die für Absolventinnen und Absolventen moderner Geowissenschaft heute eine Schlüsselqualifikation darstellt.

Im Block Geothermie werden mit den Modulen *Geothermie und Geoenergie* sowie der *Reservoirgeologie** die fachspezifischen Grundlagen zur Nutzung sowohl oberflächennaher als auch tiefer geothermischer Energiereserven gelegt. Dies reicht von den physikalischen Grundlagen der Wärmeströmung bis hin zu den Techniken zur Nutzung von geothermischen Anlagen und deren rechtlichen Aspekte. Im Bereich der tiefen Geothermie kommt dabei den Reservoiren und deren geologischen, struktureologischen und geomechanischen Eigenschaften eine entscheidende Rolle zu. Im Wahlbereich wird der Fokus auf die Georeservoire mit der *Reservoirgeomechanik**⁸ und der *Reservoircharakterisierung und*

⁸*Zusammen mit der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen (FAU)

Reservoirmodellierung weiter ausgebaut, mit dem Ziel hochqualifizierte Fachkräfte im Bereich der Geothermie für den Wachstumsmarkt Erneuerbare Energien auszubilden.

Das Studium schließt im vierten Semester mit der Anfertigung der Masterarbeit (30 CP) ab. Das Thema der Masterarbeit vertieft die Interessensschwerpunkte Ingenieurgeologie, Hydrogeologie, Alpine Naturgefahren oder Geothermie. Wer mindestens 60 CP erbracht hat, ist zur Masterarbeit zugelassen. Die Bearbeitungszeit der Masterarbeit darf 6 Monate nicht überschreiten. Die Master's Thesis besteht aus einer wissenschaftlichen Ausarbeitung und einem Vortrag über deren Inhalt. Der Vortrag geht dabei nicht in die Bewertung ein.

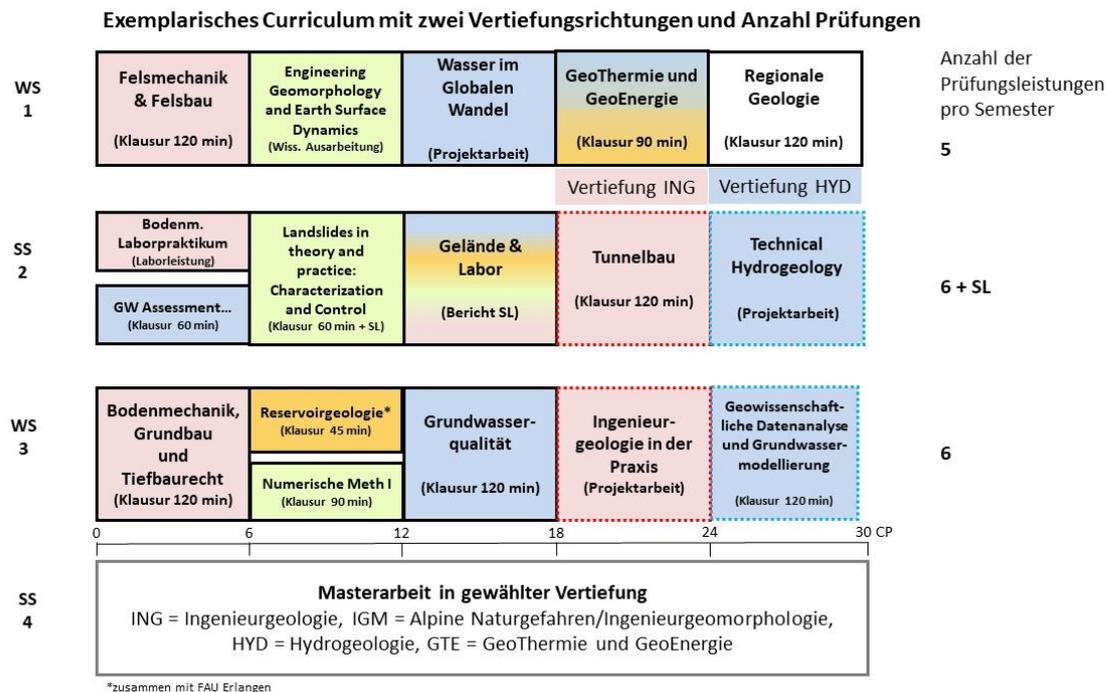


Abbildung 5: Curriculum mit zwei beispielhaften Vertiefungsrichtungen und Anzahl der Prüfungsleistungen

Der Erwerb der Kompetenz zur Aufnahme, Dokumentation und Beurteilung geologischer Situationen erfolgt neben klassischen Vorlesungen in hohem Maße durch Geländeübungen, Kartierungsübungen sowie durch Projektstudium und praktische Übungen mit ingenieurgeologischen, hydrogeologischen und ingenieurwissenschaftlichen Anschauungsobjekten.

Der Studiengang Ingenieur und Hydrogeologie qualifiziert Studierende „hands-on“ für wichtige Labor-, Feld- und Modellierungsmethoden. Dadurch ergibt sich in den entsprechenden Modulen mit hohem Anteil an Übungen, welche sowohl in den Vorlesungen integriert sind (Lehrform VI: Vorlesung mit integrierter Übung), als auch als eigenständige Übungen (Lehrform UE: Übung), ein höherer relativer Anteil an Präsenzstunden. Diese Übungsanteile dienen dazu, dass die Studierenden unter optimalen Betreuungsbedingungen wichtige Labor-, Feld- und Modellierungsmethoden persönlich und direkt erlernen können. Diese eng betreuten

Kursformate wurden im erweiterten Qualitätsmanagementzirkel sowohl von den Studierenden als auch von den externen Gutachtern als besonders kompetenzfördernd beschrieben. In der aktuellen Befragung über Studienbedingungen des Masters IHG 2023⁹ wird darüber hinaus die praktische Umsetzung der Lehrformate (Projektarbeiten mw=1,8; Geländeübungen mw=1,1 und Feldübungen mw=1,4) überdurchschnittlich bewertet. Dies begründet auch den relativ hohen Anteil an Pflichtmodulen im Masterstudiengang, stellt dafür aber auch ein Alleinstellungsmerkmal dieses TUM Masters dar.

Studienbegleitende Berufspraktika oder Praktika vor dem Studium werden auf freiwilliger Basis dringend empfohlen, da sie der Vorbereitung auf den Berufseinstieg dienlich sind. Auch eine mehrmonatige Praktikumsstätigkeit im In- oder Ausland während Urlaubssemestern wird aufgrund der Praxisorientierung der Ingenieur- und Hydrogeologie stark unterstützt, weil dies die Ausbildungsziele nachhaltig fördert und zudem die beruflichen Chancen erhöht. Wir unterstützen Auslandsaufenthalte während des Studiums und während der Masterarbeit; dies wird auch von der School ED koordiniert und unterstützt. Als ideales Mobilitätsfenster hat sich hier das 2. oder 3. Fachsemester herausgestellt. Der Prüfungsausschuss zeigte sich hier in der Vergangenheit großzügig bei Anerkennungen im Wahlbereich. Fehlende Pflichtmodule lassen sich dann ersetzen, wenn kein wesentlicher Unterschied in den erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten im Vergleich zu den im TUM-Studiengang erzielten Lernergebnissen bestehen. Hier eignet sich insbesondere ein Austausch im Rahmen der Euro Tech Universities Alliance; z.B. an der DTU/Dänemark für den Vertiefungsbereich Hydrogeologie. Unter Punkt 6 „Mobilität“ der StuBe 2023⁹ wird aber auch deutlich, dass nur ca. 11% der Befragten einen Auslandsaufenthalt planen. Als Gründe dafür werden u.a. die zahlreichen Geländeübungen im In- und Ausland während des Masterstudiums genannt.

Im Curriculum existieren im zweiten Fachsemester zwei „kleine“ Module mit je 3 CP. Beim Modul „Bodenmechanisches Laborpraktikum“ handelt es sich um eine der Schlüsselqualifikationen eines Ingenieurgeologen oder einer Ingenieurgeologin, die u.a. für den Sachverständigen Geotechnik benötigt wird. Die Prüfungsform „Laborleistung“ ermöglicht es Absolventinnen und Absolventen auf ihr späteres Berufsleben vorzubereiten. Alle angewandte Arbeitenden Geologen und Geologinnen sollten in der Lage sein, bodenmechanische Laborversuche zu analysieren

⁹ STuB_M.Sc._Ingenieur-_und_Hydrogeologie_2023.pdf; Quelle TUM Center for Study and Teaching, Qualitätsmanagement

und zu bewerten. Gleiches gilt für das Modul „Grundwasserbewertung“, welches die Basis für das Verstehen hydrogeologischer Zusammenhänge legt.

Die Anzahl der Prüfungsleistungen ist in Abbildung 5 dargestellt. Im zweiten Fachsemester wird zu den sechs Prüfungen eine zusätzliche Studienleistung im Modul „Landslides in Theory and Practice“ benötigt, um sowohl den theoretischen Anteil in Form einer Klausur als auch den praktischen Anteil des Moduls (viertägigen Kartierungsübung) in Form einer Studienleistung (Kartierbericht) entsprechend prüfen zu können.

Die Verteilung der Lehrveranstaltungen auf die Semester ist in Form von konkreten Stundenplänen im Teil B dargestellt.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie wird von der TUM School of Engineering and Design (SoED) angeboten und federführend getragen. Die Fachprüfungs- und Studienordnung des Studiengangs wurden von der TUM und der LMU gemeinsam bewilligt. Der Lehrstuhl für Ingenieurgeologie ist derzeit für die organisatorische und inhaltliche Betreuung des Studiengangs verantwortlich (siehe Teil B der Studiengangsdokumentation). Des Weiteren sind der Lehrstuhl für Hydrogeologie, der Lehrstuhl für Hangbewegungen, die Professur für Geothermie und der Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau (Prof. Dr.-Ing. R. Cudmani) im Rahmen einzelner Module beteiligt (siehe dazu Personalressourcentabelle im Teil B).

Einzelne Lehrveranstaltungen werden schoolübergreifend von der TUM School of Natural Sciences, namentlich dem Institut für Hydrochemie/Lehrstuhl für Analytische Chemie und Wasserchemie (Prof. Dr. M. Elsner) beigesteuert (siehe Abbildung 1).

Unter dem Dach des Münchner Geozentrums besteht eine Kooperationsvereinbarung zwischen der TUM und der LMU, in deren Rahmen Module der Masterstudiengänge unter Federführung der LMU als Wahlfächer in den Studiengang Ingenieur- und Hydrogeologie eingebracht werden können. Durch die Kooperation hochrangiger geowissenschaftlicher Einrichtungen im Münchner GeoZentrum stehen den Studierenden Lehrinhalte in Form von Vortragsveranstaltungen und Workshops sowie der entsprechenden Infrastruktur beider Universitäten zur Verfügung.

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: Dr. Katja Lokau, Lehrstuhl für
 Ingenieurgeologie
 E-Mail: katja.lokau@tum.de;
 Tel.: +49 (0)89 289 - 25857
- Student Office, Infopoint oder Ähnliches:
 Institution(en), ggf. Name(n),

E-Mailadresse(n) und Telefonnummer(n)
eventuell hier Stichpunkte ergänzen

- Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:
 zentral: TUM Global & Alumni Office
 internationalcenter@tum.de
 dezentral SoED: Saskia Ammon,
 E-Mail: saskia.ammon@tum.de
 Tel.: +49 (0)89 289 -15021

- Frauenbeauftragte SoED: Dr. Ann-Kathrin Goldbach
 E-Mail: ann-kathrin.goldbach@tum.de
 Tel.: +49 (0)89) 289 – 22423

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

- 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)
 dezentral: Dr. Katja Lokau,
 E-Mail: katja.lokau@tum.de;
 Tel.: +49 (0)89 289 - 25857

- 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 München
 Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide,
 Studienabschlussbescheinigungen

- Dezentrale Prüfungsverwaltung: Dr. Katja Lokau, Lehrstuhl für
 Ingenieurgeologie
 E-Mail: katja.lokau@tum.de;
 Tel.: +49 (0)89 289 - 25857

- Prüfungsausschuss: Prof. Dr. Kurosch Thuro (Vorsitzender)
Dr. Katja Lokau (Schriftführerin)
- Qualitätsmanagement:
zentral: Qualitätsmanagement (TUM CST)
<https://www.tum.de/studium/tumcst/teams-cst/>
dezentral:
Vice Dean Academic and Student Affairs,
Prof. Dipl. Arch. ETH Mark Michaeli
QM-Beauftragte/r: Brit Krieger
E-Mail: qualitymanagement@ed.tum.de
Organisation QM-Zirkel
Dr. Katja Lokau,
E-Mail: katja.lokau@tum.de;
Evaluationsbeauftragte/r
E-Mail: evaluation@ed.tum.de
Koordination Modulmanagement:
E-Mail: moduleverwaltung@ed.tum.de

8 Entwicklungen im Studiengang

Der Masterstudiengang Ingenieur und Hydrogeologie entwickelt sich laufend hinsichtlich (i) des wissenschaftlichen Fortschritts (Scientific Innovation), (ii) der veränderten Arbeitsmarktanforderung (Employability) und der Optimierung des Kompetenzerwerbs im Studium (Qualification) fort. Seit Einrichtung im Jahr 2007 ist der Masterstudiengang deutlich breiter und nun auch interdisziplinärer aufgestellt. So gibt es z.B. erst seit 2012 einen Lehrstuhl für Hydrogeologie (Prof. Florian Einsiedl) und ein Fachgebiet (inzwischen Lehrstuhl) für Hangbewegungen (Prof. Michael Krautblatter), die es in Forschung und Lehre ermöglichen genau diese fachlichen Kernbereiche abzubilden und auszubauen.

Hauptelement der Diskussion über Innovation, Employability und Qualifikation sind die Instrumente des runden Tisches, der Studienkommission und der erweiterten Studienkommission. Von 2018–2023 wurden semesterweise runde Tische und/oder Studienkommissionssitzungen durchgeführt, bei denen Studiengangsverbesserungen von Vertreterinnen und Vertretern der Studierenden eingebracht, und mit Vertreterinnen und Vertretern aller Lehrstühle/Professuren und des akademischen Mittelbaus diskutiert wurden. Die Umsetzung geeigneter Maßnahmen wurde jeweils in einem Protokoll dokumentiert. Ab Mai 2022 wurden in drei Sitzungen der Studiengangskommission mit einer proportionalen Besetzung aus Studierenden des Masterstudiengangs, Vertreterinnen und Vertretern des akademischen Mittelbaus und Professoren sowie Fakultätsreferentinnen und -referenten für Studium und Lehre und der Fachschaft B.Sc. Geowissenschaften (LMU) Leitlinien für die Neugestaltung des Masterstudiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie festgelegt. Im Mai 2022 wurde der Studiengang von externen Gutachtern im Kreise der erweiterten Studienkommission evaluiert und die jetzt eingeleiteten Veränderungen im Zuge der Neugestaltung des Masterstudiengangs als zielführend eingestuft. Wichtig dabei ist die Beibehaltung der bisherigen Ausrichtung und Inhalte, insbesondere der praktischen Geländeausbildung, die als Alleinstellungsmerkmal dieses Masterstudiengangs gilt. Zudem ist der Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie auf die Empfehlungen für den Sachverständigen für Geotechnik abgestimmt (siehe Anhang A-5). In der Studiengangsbefragung 2021 und 2023⁹ wird der laufende Masterstudiengang Ingenieur- und Hydrogeologie mit einer Gesamtnote von 1,8 bzw. 1,7 (zuvor von 2016/2018 2,1. und 2,2). bewertet, in der Studiengangsbefragung 2021 und 2023 gaben 89 % bzw. 90 % der Studierenden an, sie würden wieder den gleichen Studiengang am gleichen Studienstandort wählen.

Den in der offenen Frage 3.35) der StuBe 2023⁹ zu „Arbeitsaufwand und vergebenen Credits“ bemängeltem Missverhältnis im Modul „Bodenmechanisches Laborpraktikum (BMP)“ wurde

Rechnung getragen und der BMP-Teil zu einem eigenen Modul mit 3 CP (zuvor 2,5) und 3 SWS (zuvor 2 SWS) umgestaltet.

In den letzten Jahren gab es einige Absolventen des Bachelor Geowissenschaften die ein Masterstudium im Bau- oder Umweltingenieurwesen der SoED begonnen haben, umgekehrt war dies jedoch bisher nicht oder nur mit großen Hürden möglich. Der Master Ingenieur- und Hydrogeologie forderte als Zulassungsvoraussetzung ein geowissenschaftliches Grundstudium. Zudem hat die bereits existierende interdisziplinäre Arbeit und Vernetzung im Department Civil- and Environmental Engineering gezeigt, dass eine Öffnung des Masterstudiengangs Ingenieur- und Hydrogeologie für Absolventinnen und Absolventen der Bachelorstudiengänge Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen und Geographie mit entsprechenden geowissenschaftlichen Grundlagen sinnvoll wäre. Daher wurde die Anlage 2 „Eignungsverfahren“ der neuen Satzung entsprechend angepasst. Um die Kohorte der Erstsemester möglichst auf ein Einheitliches geowissenschaftliches Niveau zu bringen, wird ein zweiwöchiger Vorkurs geowissenschaftliche Grundlagen (siehe auch 3.2) eingerichtet.

Die wissenschaftliche Innovation wird im Studiengang reflektiert über methodische und inhaltliche Anpassungen. Durch die Aufwertung der Professur für Hangbewegungen zum vollwertigen Lehrstuhl und die Neueinrichtung einer Professur Geothermal Technologies wurden neue Themen wie Alpine Naturgefahren und Georisiken, Geothermie und Geoenergie verstärkt in das Studienangebot integriert und das methodische Angebot im Labor, Gelände und in den Modellierkursen erheblich ausgeweitet. Neue ingenieurgeomorphologische, strukturgeologische und geomechanische Untersuchungsmethoden und Modellierungsmethoden werden „hands-On“ in zahlreichen Kursen vermittelt.

Die Employability aus unserem Studiengang heraus ist derzeit hervorragend; ein Großteil der Absolventinnen und Absolventen hat bereits vor dem Studienabschluss einen Vertrag unterschrieben. Dies zeigt auch das Ergebnis der Studiengangsbefragung 2023; dort wird unter Punkte 3.30 die Berufsrelevanz mit $mw=1,6$ bewertet (Studiengangsbefragung 2021 unter Punkt 2.36 Berufsfeldrelevanz $Mw=1,1$).

Der weiterentwickelte Masterstudiengang ab 2024 gewährleistet mit einer Wahl der Vertiefungsrichtung Ingenieurgeologie, dass der Studienabschluss für inzwischen etablierten *Sachverständigen für Geotechnik (EASV)* qualifiziert⁷ sobald genügend Berufserfahrung im Anschluss an das Studium nachgewiesen wurde.

In der Abbildung 6 zeigt im Wahlbereich mögliche Zusatzqualifikationen und als Ausblick eine mögliche Erweiterung des Wahlbereichs bei größer werdender Kohorte.

Wahlbereich in Fachsemester zwei und drei



Abbildung 6: Mögliche Erweiterung des Curriculums bei größerer Kohorte (6 CP) oder Zusatzqualifikation (3 CP)