

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang

Maschinenwesen

Teil A

School of Engineering and Design

Technische Universität München

Allgemeines

- Organisatorische Zuordnung: School of Engineering and Design
- Bezeichnung: Maschinenwesen
- 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) 2024/2025
- Sprache: Deutsch und Englisch
- Hauptstandort: Garching
- Academic Program Director: Prof. Dr.-Ing. Veit Senner
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:
Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner
j.fottner@tum.de,
089 / 289 15921
- Stand vom: 23.04.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	4
1.1	Zweck des Studiengangs	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	5
2	Qualifikationsprofil	9
3	Zielgruppen	13
3.1	Adressatenkreis	13
3.2	Vorkenntnisse	13
3.3	Zielzahlen	14
4	Bedarfsanalyse	17
5	Wettbewerbsanalyse	20
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	20
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse	23
6	Aufbau des Studiengangs	25
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	40
8	Entwicklungen im Studiengang	43

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Zu den größten Problemen der heutigen Zeit zählen die menschengemachte Klimaerwärmung sowie die Verknappung natürlicher Ressourcen. Der Einsatz fossiler Rohstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas im großen Maßstab über den Verlauf der letzten zwei Jahrhunderte hatte zwei Folgen: einerseits wurden dadurch große Mengen an Treibhausgasen freigesetzt, welche maßgeblich für den Klimawandel verantwortlich sind. Andererseits sind bereits jetzt Teile der endlich verfügbaren fossilen Ressourcen erschöpft. Um diese beiden Herausforderungen anzugehen, können regenerative Energiequellen wie Wind- und Wasserkraft oder Solarenergie eingesetzt werden. Deren Anwendung stellt die Gesellschaft allerdings vor neue Probleme wie beispielsweise die Speicherung, um Verfügbarkeitsschwankungen der Ressourcen ausgleichen zu können. Aber auch die Optimierung bestehender Prozesse zur Senkung des Schadstoffausstoßes von Anlagen, um so die Klimaerwärmung zumindest zu verlangsamen, sind aktuelle Herausforderungen im Bereich der Energie- und Prozesstechnik.

Auch außerhalb des Energiesektors ist beispielsweise durch die steigende Nachfrage nach Industrie- und Konsumgütern auf Basis von metallischen oder fossilen Rohstoffen eine Knappheit dieser Rohstoffe bereits zu spüren. Die daher erforderliche Entwicklung von neuartigen Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen oder von effizienteren Verarbeitungs- und Herstellungsprozessen stellt die Ingenieurbranche vor eine Herausforderung im Bereich der Materialwissenschaften. Immer häufiger wird auch der Gedanke der Kreislaufwirtschaft vorangetrieben, der es sich zum Ziel setzt, Produkte am Ende ihres Lebenszyklus zu recyceln und die so gewonnenen Sekundärrohstoffe wieder dem Wirtschaftskreislauf zuzuführen. So kann der Bedarf an Rohstoffen, welche aus der Natur extrahiert werden müssen, gesenkt werden und der weiteren Verknappung kostbarer Ressourcen entgegengewirkt werden. Um das heutige weitestgehend lineare Wirtschaftssystem in ein zirkuläres System umzuwandeln, müssen jedoch eine Vielzahl von Prozessen neu gedacht werden. Dies beginnt bereits beim demontagegerechten Produktdesign, erstreckt sich weiter über die Demontage der Produkte selbst bis hin zu den Rücktransporten der Sekundärrohstoffen zu den Produktionsstätten. In den Bereichen der Produktentwicklung, Produktion, Logistik und der generellen Prozessgestaltung ergeben sich so eine Vielzahl aktueller Herausforderungen für das Ingenieurwesen.

Abgesehen von der großen Herausforderung, das Ingenieurwesen nachhaltiger zu gestalten, stellt die voranschreitende Digitalisierung weiterhin eine Herausforderung für die Menschheit und besonders die Ingenieurbranche dar. Ein wesentlicher Bestandteil dabei ist die Entwicklung von intelligenten, vernetzten Systemen, um Prozesse beispielsweise in der Produktion und Montage oder aber auch im medizinischen Sektor oder der Baubranche zu automatisieren. Dies erfordert unter anderem den bewussten Einsatz von Sensoren unterschiedlicher Art, um auf Umgebungs- und Prozessdaten angemessen reagieren zu können, sowie die Entwicklung der mechatronischen Systeme selbst. Häufig ist es bei der Digitalisierung von Prozessen auch erforderlich, den Prozess grundlegend neu zu gestalten, um eine klare Verbesserung zu erzielen.

Vor dem Hintergrund der genannten aktuellen Herausforderungen ist es nötig, Ingenieurinnen und Ingenieure im Bereich Maschinenwesen auszubilden, die einerseits mit den aktuellen Fragestellungen der einzelnen Fachbereiche des Maschinenwesens wie unter anderem der Energie- und Prozesstechnik, den Materialwissenschaften sowie der Mechatronik und der Logistik

vertraut sind und über das nötige Fachwissen verfügen, um diese Problemstellungen zielgerichtet bearbeiten zu können. Andererseits müssen sie auch in der Lage sein, ihr Fachwissen branchenübergreifend zu verknüpfen, um effiziente und nachhaltige Prozesse entlang der ganzen Wertschöpfungskette zu gestalten. Dafür ist es unerlässlich, dass bereits in der Ausbildung Wert auf eine weitgefächerte, interdisziplinäre Fach- und Methodenvermittlung gelegt wird.

Der Masterstudiengang „Maschinenwesen“ (MW) an der TUM School of Engineering and Design (ED) hat daher das Ziel, diese Ingenieurinnen und Ingenieure von morgen in den relevanten Kernfächern der Ingenieurwissenschaften auszubilden, um sie auf die Herausforderungen im Beruf vorzubereiten. So sind sie in der Lage, innovative Lösungen zu entwickeln und den Anforderungen der Gegenwart und Zukunft gerecht zu werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die im Bachelorstudium erworbenen Fach- und Methodenkenntnisse in den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen, Methoden und Kernfächern im Masterstudiengang MW weiter vertieft, da diese für die Entwicklung von Lösungen unverzichtbar sind. Die Studierenden werden auf Basis ihrer Grundlagenkenntnisse in ihrer wissenschaftlichen Forschungskompetenz und in ihrem individuell gewählten, spezifischen Fach- und Methodenwissen weiter ausgebildet.

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 Studiengängen² der School of Engineering and Design (ED). In der Ausbildung ihrer Studierenden versteht die ED ein „human centered engineering“ als zentrale Leitlinie innerhalb der vielen Ingenieurdisziplinen, 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 2030³ an den Sustainable Development Goals der UN aus. Nachhaltige Mobilität, treibhausgasreduzierte Rohstoffe oder zirkuläre Industrieprozesse werden tiefgreifende Transformationen in Industrie, Produktion und ingenieurtechnischen Herangehensweisen erfordern. Die forschungsorientierte Lehre der ED stellt sicher, dass Innovationen und aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung zu Themen der Nachhaltigkeit den direkten Weg in die Ausbildung finden und dadurch über die Absolventinnen und Absolventen auch in den Arbeitsmarkt eingebracht werden. Gleichzeitig arbeitet die School daran, interdisziplinäre Lehrangebote und überfachliches Kontextwissen systematisch in allen Studienangeboten zu verankern, um Schlüsselkompetenzen zur transformativen Gestaltungsfähigkeit, offenes Denken oder den Umgang mit noch unscharfen Fragestellungen zu vermitteln.

¹ <https://www.tum.de/ueber-die-tum/ziele-und-werte>; Stand 01.05.2023

² zum Lehrangebot der ED siehe tagesaktuell: <https://ed.tum.de/ed/studium/studienangebot/>

³ <https://mediatum.ub.tum.de/1650202>

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. Daher wird Wert daraufgelegt, internationalen Studierenden den Zugang zu den Studiengängen der School zu ermöglichen und so eine multikulturelle und vielfältige Studierendenschaft aufzubauen bzw. zu erhalten.

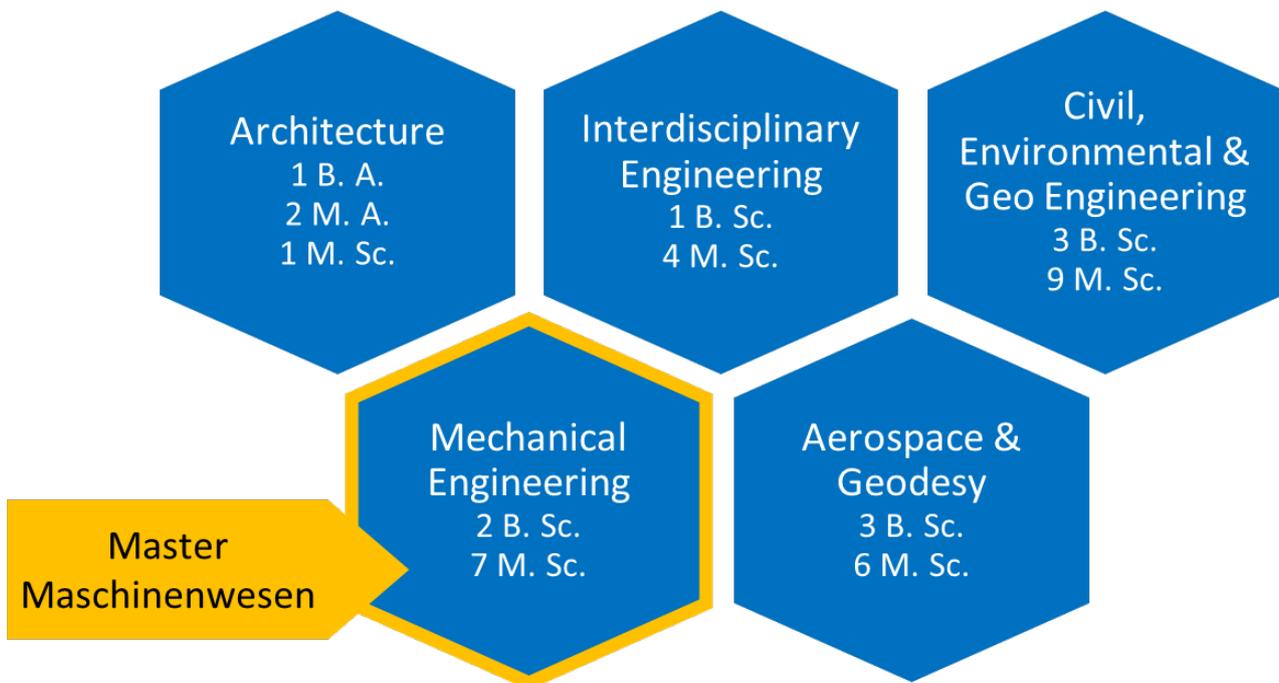


Abbildung 1: Einordnung des Masters MW in das Studiengangsangebot der ED.

Im Gesamtangebot der ED mit ihren derzeit fast 40 aktiven Studiengängen ist der Master MW in der Studienrichtung Mechanical Engineering verortet (vgl. Abbildung 1). Im Zentrum des Studiengangs steht neben der Vermittlung von ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen besonders der interdisziplinäre Grundgedanke der School im Fokus, der für ein "human centered engineering" unerlässlich ist. Nur wenn das eigene berufliche Handeln aus verschiedenen Perspektiven betrachtet und kritisch reflektiert wird, kann dessen Gesellschaftsfähigkeit sichergestellt werden. Dafür ist es nötig, dass die Absolventinnen und Absolventen über interdisziplinäre Fachkenntnisse verfügen und verschiedene Sichtweisen auf aktuelle Fragestellungen beurteilen können. Gleichzeitig ist aber auch eine qualitativ hochwertige Ausbildung in den einzelnen Disziplinen erforderlich, um innovative Lösungen zu entwickeln, welche der Menschheit in aktuellen Fragestellungen der Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung sowie Digitalisierung dienlich sind. Bereichsübergreifende und anwendungsbezogene Module in den verschiedenen Forschungsbereichen bieten den Studierenden die Möglichkeit, ihr individuelles Qualifikationsprofil ganz nach ihren Vorstellungen zu gestalten. Sie haben die Möglichkeit, ein stark forschungs- und grundlagenorientiertes Qualifikationsprofil zu erlangen oder aber Module unterschiedlicher Forschungsbereiche (vgl. Abbildung 2) zu kombinieren, um so ein individuelles fachübergreifendes oder verbindendes Qualifikationsprofil zu schaffen. Von den anderen Studiengängen im Bereich Mechanical Engineering hebt sich der Studiengang MW ab, indem er bewusst auf eine enge Branchenorientierung (vgl. Master Automotive Engineering, Master Energie- und Prozesstechnik,

Master Medizintechnik und Assistenzsysteme) verzichtet und stattdessen ein hohes Maß an individuellen Gestaltungsmöglichkeiten bietet. Der Master MW nimmt eine Querschnittsfunktion im Bereich Mechanical Engineering ein und ermöglicht es den Studierenden, ein interdisziplinäres Qualifikationsprofil ganz nach ihren Vorstellungen zu erlangen. Die Absolventinnen und Absolventen des Masters MW sind besonders dazu befähigt, eine zentrale Rolle in fachübergreifenden Teams einzunehmen, da sie für Schnittstellenpositionen optimal ausgebildet sind.

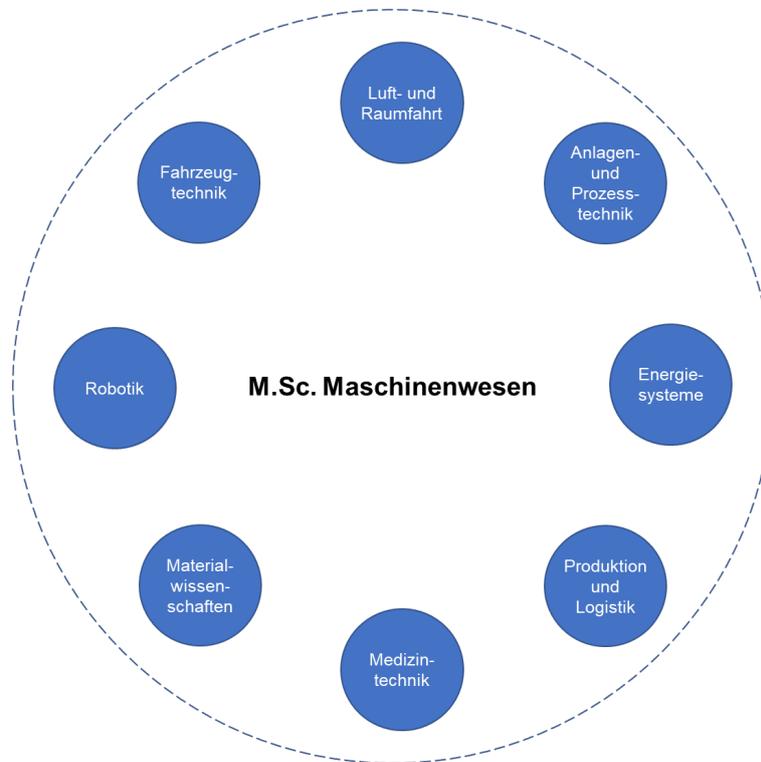


Abbildung 2: Forschungsbereiche im Masterstudiengang Maschinenwesen

Dem Gedanken einer forschungsorientierten Lehre wird durch die Vernetzung der ED mit verschiedenen Integrated Research Institutes wie dem „Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence“ (MIRMI) oder der interdisziplinären Forschungsgruppe „Minimal-invasive Interdisziplinäre Therapeutische Intervention“ (MITI) am Klinikum rechts der Isar begegnet. Diese erweitern das Lehrangebot des Studiengangs MW um forschungsnahen Fachgebieten aus den Bereichen der Robotik (MIRMI) und Medizintechnik (MITI), und die Studierenden erhalten die Möglichkeit, in vielfältiger Weise an aktuellen Projekten mitzuwirken. Aktuelle Innovationen und Erkenntnisse erhalten so direkt Einzug in die Lehre des Studiengangs MW.

Um eine optimale Ausbildung der Studierenden sowohl für den deutschen als auch den internationalen Arbeitsmarkt zu ermöglichen und auch internationale Studierende für den Studiengang MW gewinnen zu können, bietet der Studiengang Maschinenwesen ein hochwertiges deutsch- sowie englischsprachiges Modulangebot an. Fachsprachenkompetenzen werden so in beiden Sprachen umfangreich gefördert und bereiten die Absolventinnen und Absolventen auf den inzwischen häufig internationalen Arbeitsmarkt vor. Etwa 35% der Module im Masterstudiengang MW werden derzeit in englischer Sprache angeboten, sodass der Studiengang MW im Sinne der strategischen Förderung der Internationalität bei geeigneter Modulwahl auch komplett auf Englisch studierbar ist (vgl. Kapitel 2 Absatz (i)). Um den Aufbau innovativer englischsprachiger Module und die innereuropäische Vernetzung weiter zu fördern, beteiligt sich das Mechanical Engineering

zudem bereits seit einigen Semestern intensiv am TUM-Projekt EuroTeQ Engineering University⁴, von dessen Modulangebot auch die im Studiengang MW eingeschriebenen Studierenden profitieren. Durch diese Ansätze soll eine diversifizierte Studierendenschaft erreicht werden, wodurch die Studierenden in Berührung mit anderen Kulturen kommen und in ihrer Weltoffenheit, ihrer Toleranz anderen gegenüber und ihrer sozialen Kompetenz gefördert werden.

⁴ <https://euroteq.eurotech-universities.eu/initiatives/building-a-european-campus/course-catalogue/>; Zugriff am 19.05.2023

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.

(i) Wissen und Verstehen

Der Master MW zielt auf die Wissensverbreiterung aufbauend auf dem Bachelorstudiengang Maschinenwesen oder einem vergleichbaren Studiengang ab. Die Wissensvertiefung bildet die Grundlage für die Entwicklung und Anwendung eigenständiger Ideen. Die Absolventinnen und Absolventen sind daher auf die sich stetig verändernden Anforderungen einer anspruchsvollen industriellen Tätigkeit oder eine Promotion vorbereitet. Die forschungsorientierte und anwendungsnahe Ausrichtung des insgesamt viersemestrigen Studiums hat die Absolventinnen und Absolventen auf ein lebenslanges Lernen und den Einsatz in Berufsfeldern des Maschinenwesens in der Industrie, dem Dienstleistungssektor oder dem öffentlichen Bereich vorbereitet.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengang Maschinenwesen besitzen ein ausgeprägtes ingenieurwissenschaftliches Fach- und Methodenwissen in den nach ihren Vorlieben gewählten branchenspezifischen Schwerpunktbereichen und daher ein sehr individuelles Qualifikationsprofil. Es sind vielzählige Schwerpunkte im Bereich des Maschinenwesens möglich, aber durch entsprechende Modulwahl können auch Disziplinen außerhalb des Maschinenwesens (z.B. Informatik) in das Qualifikationsprofil integriert werden.

Durch die vertiefte Beschäftigung mit Modulen aus dem Wahlbereich „Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen“ sowie darauf abgestimmten Modulen aus dem Wahlbereich „Kernfächer des Maschinenwesens“ haben Absolventinnen und Absolventen ein stark **forschungs- und grundlagenorientiertes Qualifikationsprofil** erlangt, welches über die im Bachelor erlangten Grundlagenkenntnisse hinausgeht. So sind z. B. Spezialisierungen in den Materialwissenschaften ebenso denkbar wie in der Thermodynamik oder Fluidmechanik. Die Absolventinnen und Absolventen besitzen ein detailliertes Fachwissen in den von ihnen gewählten Spezialisierungsrichtungen und haben ein kritisches Verständnis der behandelten Thematiken, welches die Grundlage für die reflektierte Entwicklung und Anwendung eigenständiger Ideen bildet. Bei einer Spezialisierung beispielsweise im Bereich der Materialwissenschaften kennen die Absolventinnen und Absolventen die Eigenschaften verschiedener Materialarten, wissen wie diese zu verarbeiten sind und können geeignete Materialparameter für spezifische Anwendungen empfehlen.

Durch die gezielte Kombination von Modulen unterschiedlicher Forschungsbereiche verfügen Absolventinnen und Absolventen über ein individuelles, **branchenübergreifendes oder -verbindendes Qualifikationsprofil**. Mögliche

individuelle Spezialisierungen, die darin erworbenen Kompetenzen und die daraus resultierenden beruflichen Möglichkeiten sind in Tabelle 1 beispielhaft dargestellt.

Tabelle 1: Beispiele für die mögliche individuelle Schwerpunktsetzung im Masterstudiengang Maschinenwesen

Individuelle Spezialisierung	Erworbene Kompetenzen	Berufliche Möglichkeiten
Logistik und Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefte Fachkompetenzen im Bereich der Förder- und Materialflusstechnik sowie zu aktuellen Energiesystemen (Photovoltaik, Wärmetauscher etc.) - Methodenkenntnisse zur Planung, Auslegung und Bewertung von Logistiksystemen und deren energetischen Versorgung 	<ul style="list-style-type: none"> - Intralogistik und Anlagenbaubranche - Beratung - Forschung und Entwicklung
Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefte Fachkompetenzen im Bereich der Medizintechnik und den speziellen Anforderungen für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt - Methodenkenntnisse zur Planung und Auslegung von medizintechnischen Lösungen für die Luft- und Raumfahrt 	<ul style="list-style-type: none"> - Forschung und Entwicklung - Hersteller medizinischer Geräte
Product Development for Aerospace Applications	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefte Fachkompetenzen im Bereich der Produktgestaltung für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt (Ergonomische Anforderungen, Sicherheitsanforderungen etc.) - Methodenkenntnisse zur Entwicklung von Produkten für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt 	<ul style="list-style-type: none"> - Raumfahrtindustrie - Hersteller von Turbinen - Rüstungsindustrie - Forschung und Entwicklung

Beispielsweise sind Absolventinnen und Absolventen durch die Wahl der Schwerpunkte Logistik und Energie dazu in der Lage, Logistiksysteme vollumfassend zu planen und

deren Umsetzung zu begleiten. Sie können selbstständig den Energiebedarf von Logistiksystemen analysieren, diese entsprechend auslegen und bewerten sowie Konzepte im Bereich der Förder- und Materialflusstechnik entwickeln.

Absolventinnen und Absolventen, die ihre Schwerpunkte in der Medizintechnik und der Luft- und Raumfahrt gesetzt haben, sind durch ihre erworbenen Kompetenzen in der Lage, medizinische Geräte und Anwendungen für die Raumfahrt zu entwickeln. Sie sind befähigt, selbstständig Forschung auf den genannten Gebieten zu betreiben, eigene Methoden und Modelle zu entwickeln und dort als Entwicklungsingenieurin oder Entwicklungsingenieur tätig zu sein.

Durch die Wahl geeigneter englischsprachiger Module der Fachbereiche Produktentwicklung sowie Luft- und Raumfahrt verfügen Absolventinnen und Absolventen über fundiertes Fach- und Methodenwissen im Bereich der Produktentwicklung und sind in der Lage, dieses auf die besonderen Fragestellungen im Bereich der Luft- und Raumfahrt anzuwenden. Beispielsweise sind sich die Absolventinnen und Absolventen der besonderen Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Produkten bewusst und können auch Faktoren wie menschliches Versagen bei der Entwicklung von Produkten berücksichtigen.

(ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, das erlangte Fachwissen und die methodische Lösungsfindungskompetenz auch auf unübliche, neue oder hochkomplexe Probleme und Aufgabenstellungen anzuwenden bzw. zu transferieren. Sie sind zur Lösung der Probleme (z.B. alternative Antriebskonzepte, Energiespeicherung, Automatisierung) sowohl auf Basis anwendungsbasierter als auch grundlagenorientierter Methodik befähigt und können dabei neuere Entwicklungen sowie Konzepte und Methoden anderer Disziplinen (z.B. der Einsatz neuronaler Netze aus dem Bereich der Informatik) einbeziehen. Im Bereich der wissenschaftlichen Innovationen werfen die Absolventinnen und Absolventen aktuelle Forschungsfragen im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus auf und lösen diese durch geeignete Wahl der Forschungsmethoden. So sind sie nach Abschluss des Masterstudiengangs MW beispielsweise in der Lage, nicht nur neue Technologien und Lösungen, wie z. B. einen innovativen Energiespeicher, zu entwickeln, sondern darüber hinaus die damit verknüpften Aufgaben zu bewältigen (z. B. Organisation der Produktion, Verkauf) und in einen kritischen Dialog mit relevanten gesellschaftlichen Akteuren und Gruppen zu treten.

(iii) Kommunikation und Kooperation

Insbesondere der Kommunikation und Kooperation kommt bei den gesellschaftlich bedeutsamen Bereichen des Maschinenbaus (wie beispielsweise Energieerzeugung, Mobilität, Robotik, Digitalisierung) eine besondere Bedeutung zu. Dies umfasst auch die ziel- und situationsorientierte Einbeziehung aller relevanten, gesellschaftlichen Akteure und Gruppen und den kritischen Dialog mit diesen auf Sach- und Fachebene, zu denen die Absolventinnen und Absolventen befähigt sind. Während des Studiums haben sie sich mündliche und schriftliche Fachsprachenkenntnisse sowie gute Kommunikationsfähigkeiten über Fachgrenzen hinweg angeeignet und können diese auch in interdisziplinären Diskussionen adäquat einsetzen. Darüber hinaus erkennen die Absolventinnen und Absolventen

kritische Aspekte der Zusammenarbeit mit anderen, können diese reflektieren und in ein konzeptionelles, lösungsorientiertes Handeln überführen.

(iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

Absolventinnen und Absolventen sind für verantwortungsvolle und anspruchsvolle Aufgaben im Bereich der stark interdisziplinär geprägten Ingenieursanwendungen sowohl für die Forschung als auch die Entwicklung qualifiziert. Sie können den aktuellen Stand der Forschung in ihren Fachgebieten analysieren, neue Forschungsfragen formulieren oder daraus eigenständig konkrete, anwendungsorientierte Lösungsansätze entwickeln.

Ein professionelles Handeln der Absolventinnen und Absolventen in Wissenschaft und Industrie fußt dabei auf dem erworbenen theoretischen, fachlichen und methodischen Wissen sowie der erworbenen Kompetenz, Lösungen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen. Das eigene berufliche Handeln wird dabei reflektiert und hinsichtlich der gesellschaftlichen Erwartungen und Anforderungen hinterfragt.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang Maschinenwesen richtet sich an nationale und internationale Absolventinnen und Absolventen eines mindestens sechssemestrigen qualifizierenden Bachelorstudiengangs (oder einer gleichwertigen Alternative) im Maschinenwesen/Maschinenbau, in den Ingenieurwissenschaften oder in einer verwandten Disziplin (z.B. im Bereich Energie und Umwelt). Studienbewerberinnen und Studienbewerber sollten ein grundlegendes Verständnis der Naturwissenschaften und Technik vorweisen können und die Motivation zeigen, vertiefte Kenntnisse in naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen und deren ingenieurwissenschaftlichen Lösungen zu erwerben.

Der weitere Adressatenkreis besteht aus Studierenden mit Interesse am und Qualifikationen im Berufsfeld einer Ingenieurin bzw. eines Ingenieurs, deren qualifizierendes Erststudium nur auszugsweise mit den sonstigen qualifizierenden Studiengängen vergleichbar ist. Sofern ausreichend Fachkenntnisse aus dem Erststudium auf dem Gebiet des Maschinenbaus (vgl. Kapitel 3.2 oder Fachprüfungs- und Studienordnung (FPSO), Anlage 2) nachgewiesen werden können, sind auch diese Studierenden dazu ermutigt, sich für den Masterstudiengang MW zu bewerben. Fähigkeiten zu wissenschaftlicher bzw. grundlagen- und methodenorientierter Arbeitsweise sowie praktische Vorerfahrungen wie eine studiengangsspezifische Berufsausbildung, absolvierte Praktika oder fachgebundene Weiterbildungen sind wünschenswert.

3.2 Vorkenntnisse

Erwartet wird ein grundlegendes Verständnis von Naturwissenschaft und Technik. Die erlernten Fähigkeiten aus dem Bachelorstudium umfassen das Erlernen und selbstständige Erarbeiten von Methoden und Zusammenhängen, insbesondere auch als Grundlage für Forschung und Entwicklung. Die Studienbewerberinnen und Studienbewerber verstehen durch das im Bachelorstudiengang erlangte Fach- und Methodenwissen ingenieurwissenschaftliche Zusammenhänge und können diese physikalisch beschreiben und modellieren. Weiterhin können sie diese Zusammenhänge hinsichtlich Plausibilität prüfen und bewerten. Darüber hinaus sollen Bewerberinnen und Bewerber grundlegende überfachliche Kompetenzen in Projekt- und Teamarbeit sowie Methodenkompetenz, wie zum Beispiel Problemlösen oder Präsentationstechniken, erworben haben.

Die Qualifikation für den Masterstudiengang Maschinenwesen setzt den Nachweis der Eignung voraus, welche im Rahmen des sogenannten Eignungsverfahrens (EV) festgestellt wird. Dabei gilt, dass die besonderen Qualifikationen und Fähigkeiten der Bewerberinnen und Bewerber dem Berufsfeld einer Ingenieurin oder eines Ingenieurs der angestrebten Ausrichtung innerhalb des Maschinenbaus entsprechen. Bei der Prüfung der vorhandenen Fachkenntnisse aus dem Erststudium auf dem Gebiet des Maschinenbaus werden die in den folgenden Fächergruppen erworbenen Grundkompetenzen zugrunde gelegt:

- Mathematik
- Technische Mechanik
- Konstruktive Grundlagen: Technisches Zeichnen und Maschinenelemente

- Werkstoffkunde
- Weitere ingenieurwissenschaftliche Grundlagen

Die Mindestpunktzahl je Fächergruppe regelt Anlage 2, 4.2 der FPSO.

Die Bewerberinnen und Bewerber für den Masterstudiengang Maschinenwesen legen im Rahmen des Eignungsverfahrens außerdem schriftlich dar, aufgrund welcher spezifischen Begabung und Interessen dieser Studiengang für sie besonders geeignet scheint. Die Bewerberinnen und Bewerber können so ihre Eignung und Leistungsbereitschaft u. a. durch studiengangsspezifische Berufsausbildungen, Praktika, Auslandsaufenthalte oder durch fachgebundene Weiterbildungen begründen. Bewerberinnen und Bewerber mit geringen, aber ausreichenden fachlichen Qualifikationen müssen sich auf einen erhöhten Einarbeitungsbedarf in den Mastermodulen einstellen, um eventuelle Wissenslücken zu schließen.

Alle Bewerberinnen und Bewerber müssen ein mindestens achtwöchiges Praktikum in einem Industrieunternehmen absolviert haben. Angehende Masterstudierende, die diese Voraussetzung nicht erfüllen, werden mit der Auflage zugelassen, spätestens bis zum Ende des zweiten Fachsemesters den Nachweis der Industriepraxis zu erbringen.

Der Masterstudiengang Maschinenwesen umfasst deutsch- und englischsprachige Lehrveranstaltungen. Bei entsprechender Wahl von Modulen kann der Studiengang komplett in englischer Sprache studiert werden. Es wird daher ein Nachweis für das Sprachniveau B2 wahlweise in deutscher oder englischer Sprache gefordert. Es wird unabhängig von der Studierbarkeit des Studiengangs auf Englisch empfohlen, sich spätestens während des Masterstudiums Deutschkenntnisse anzueignen, um so von dem gesamten Lehrangebot Gebrauch machen zu können.

3.3 Zielzahlen

In den letzten sieben Semestern (von WiSe 2019/20 bis WiSe 2022/23) nahmen jeweils durchschnittlich 159 Studierende ein Masterstudium in Maschinenwesen an der TUM auf. Die Zahl der Bewerberinnen und Bewerber schwankte zwischen 346 (SoSe 2020) und 596 (WiSe 2020/21) Personen (vgl. Abbildung 3). Im Durchschnitt bewarben sich 445 Studieninteressierte pro Semester (vgl. Abbildung 3). Die Zahl der Anfängerinnen und Anfänger schwankte zwischen 100 (SoSe 2021) und 194 (WiSe 2019/20) pro Semester. Die durchschnittliche Zulassungsquote lag bei 33 %, da viele Bewerberinnen und Bewerber ihre fachliche Eignung für den Studiengang nicht ausreichend nachweisen konnten. Die Bewerbungs- und Studienanfängerzahlen im Master MW weisen die gleiche leicht abnehmende Entwicklung auf wie die Summe der Studienanfängerinnen und Studienanfänger aller Masterstudiengänge im Maschinenbau (vgl. Abbildung 3). Dies spiegelt das allgemeine Problem wider, dass die Studierendenzahl und damit auch die der Bewerberinnen und Bewerber rückläufig ist.

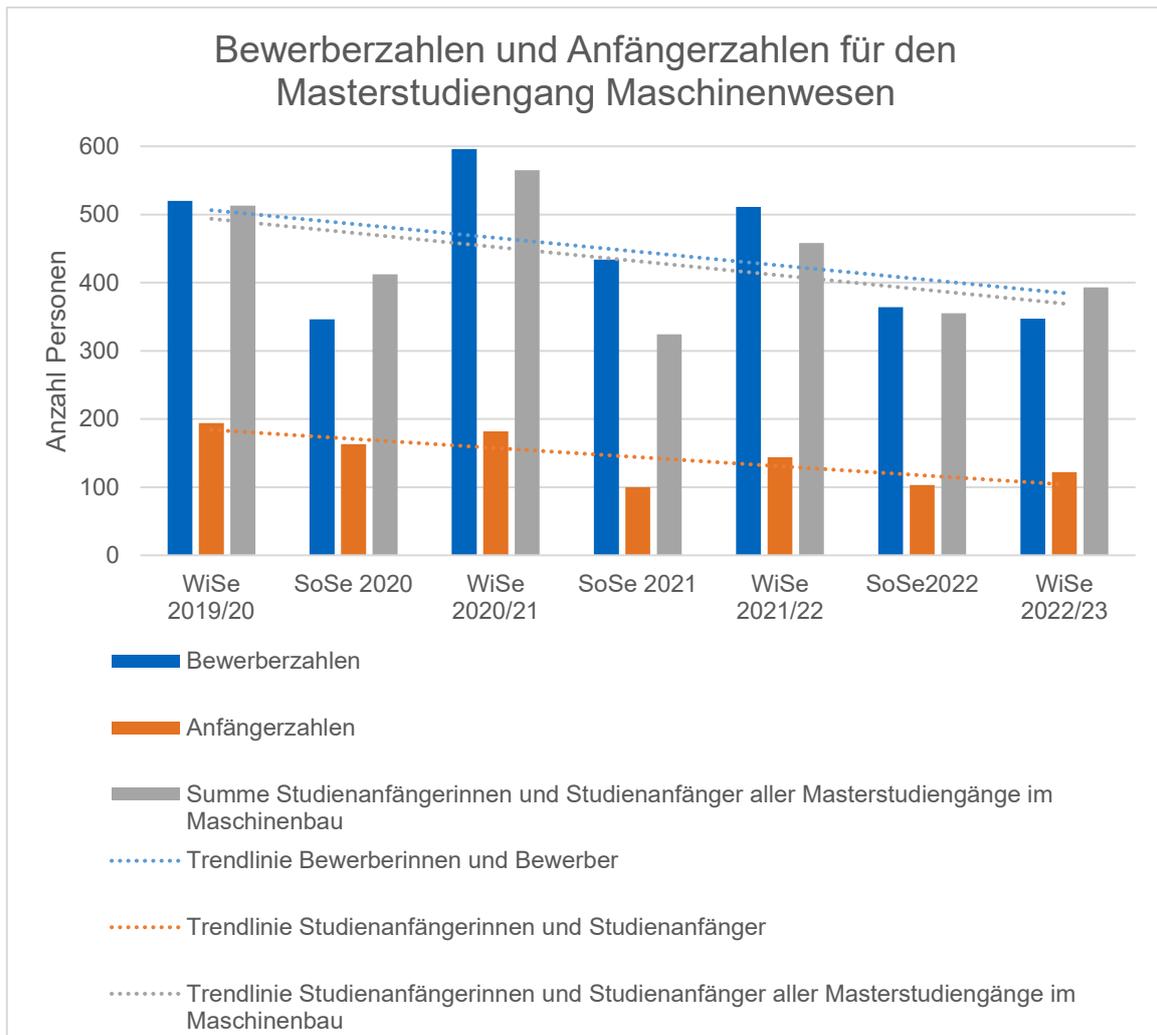


Abbildung 3: Bewerber- und Anfängerzahlen des Masters MW

Betrachtet man die Herkunft der Bewerberinnen und Bewerber gruppiert nach Kontinent, so ist festzustellen, dass die Anteile in Relation zur Gesamtbewerberzahl des Studiengangs in den letzten sieben Semestern weitestgehend konstant geblieben sind. Generell erfreut sich der Masterstudiengang MW international großer Beliebtheit, rund 40 % aller Bewerberinnen und Bewerber stammen aus Ländern, die keine EU-Mitgliedsstaaten sind (vgl. Abbildung 4).

Angesichts der sinkenden Studierendenzahlen ist tendenziell auch mit sinkenden Bewerberzahlen für den Masterstudiengang MW zu rechnen. Ein leicht steigender Anteil der internationalen Bewerber ist zu erwarten, da der Studiengang durch eine stetig steigende Anzahl englischsprachiger Module die Möglichkeit eines englischsprachigen Qualifikationsprofils bietet und auch ohne Deutschkenntnisse studierbar ist. Es wird eine Anfängerzahl von 100 bis 150 Studierenden pro Semester angestrebt. So kann weiterhin ein angemessenes Betreuungsverhältnis zwischen Lehrenden und Studierenden – insbesondere in den anwendungsorientierten Modulen (z. B. Übungen der Wahlmodule, insbesondere den Hochschulpraktika) – gewährleistet werden.

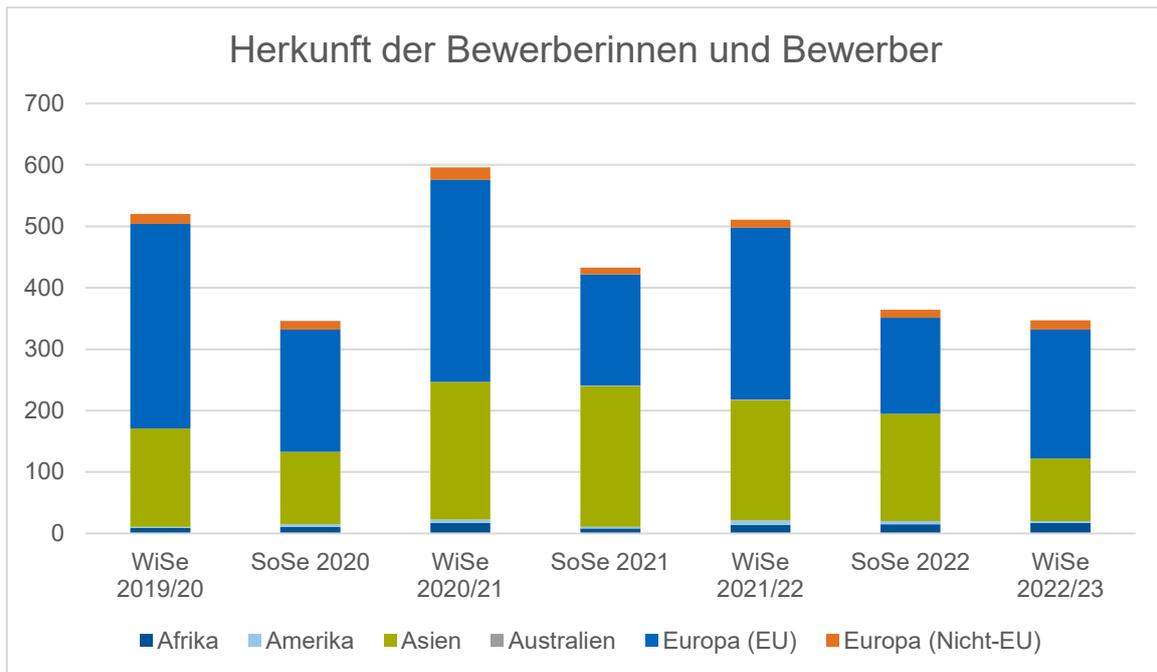


Abbildung 4: Herkunft der Bewerberinnen und Bewerber für den Master MW

4 Bedarfsanalyse

Da der Masterstudiengang Maschinenwesen als vertiefter berufsqualifizierender sowie forschungsbefähigender Abschluss – aufbauend auf dem ersten berufsqualifizierenden Bachelorabschluss – zu sehen ist, sind auf Grund der individuellen Schwerpunktsetzung innerhalb des Studienganges auf Basis einer ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenausbildung alle klassischen Ingenieurberufe für die Absolventinnen und Absolventen denkbar. Eine TUM-weite Absolventenbefragung der Untergruppe „Maschinenwesen“ aus dem WS 2020/21 zeigt, dass die Hauptzielbranche der angestellten Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Maschinenwesen an der TUM der Automobil- und Nutzfahrzeugbau inkl. Zulieferer ist (45 %), was auch in Abbildung 5 zu sehen ist. Aber auch die Branchen Luft- und Raumfahrt (12 %), Anlagenbau (9 %) und Informationstechnologie und Telekommunikation (7 %) sind potenzielle Zielbranchen der Studienabsolventinnen und Studienabsolventen.

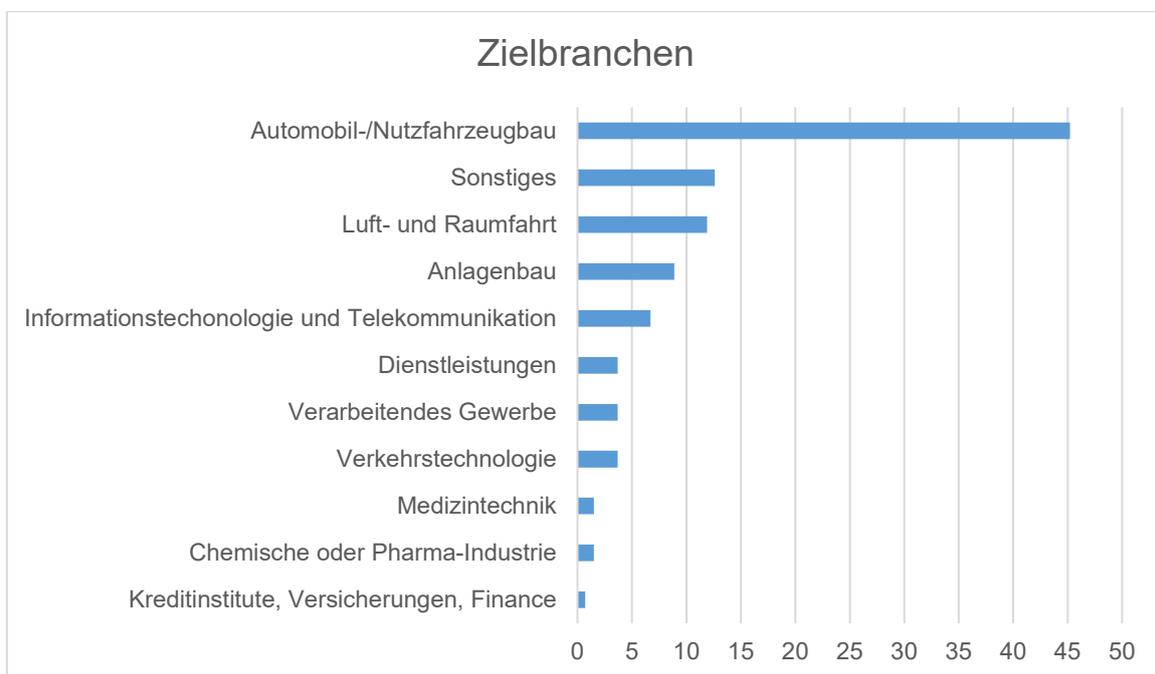


Abbildung 5: Zielbranchen der angestellten Absolventinnen und Absolventen des Masters MW

Der Bedarf an qualifizierten Ingenieurinnen und Ingenieuren ist in Deutschland seit Jahren hoch und über Jahre hinweg gestiegen. Seit Beginn des Jahrtausends ist die Zahl der in Deutschland beschäftigten Ingenieurinnen und Ingenieure im Maschinenbau um rund ein Drittel angewachsen und machte im Jahr 2022 mit etwa 181.000 Beschäftigten 16 % aller in dieser Branche Beschäftigten aus. Gemäß den Ergebnissen der VDMA-Mitgliederbefragung 2022⁵ hatten 96 % der befragten Unternehmen angegeben, dass die Zahl der im eigenen Unternehmen beschäftigten Ingenieurinnen und Ingenieure in den kommenden fünf Jahren weiter zunehmen oder mindestens konstant bleiben wird. Die Ergebnisse zeigen auch, dass der Maschinenbau die gefragteste Fachrichtung im Ingenieurwesen ist (73 % der Unternehmen), aber auch die Nachfrage nach Ingenieurinnen und

⁵ [VDMA Mitgliederbefragung 2022](#), aufgerufen am 09.06.2023

Ingenieuren mit Qualifikation im allgemeinen Ingenieurwesen ist an dritter Stelle mit 66 % sehr hoch. Die Befragten sind sich einig, dass bis 2025 der größte Bedarf an Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren im Bereich der Forschung und Entwicklung sowie Konstruktion bestehen wird. Über 70 % der Unternehmen wollen eine Expertin oder einen Experten für diese Tätigkeitsfelder suchen (Konstruktion 76 %, Forschung und Entwicklung 71 %) ⁶.

Dieser Bedarf an Maschinenbauingenieurinnen und Maschinenbauingenieuren spiegelt sich auch im Ingenieur-monitor 2022/IV des Vereins Deutscher Ingenieure ⁷ wider. Trotz einer konjunkturellen Abkühlung, begründet durch gestiegene Energiepreise, Inflation, den Ukraine-Krieg und ein hohes Zinsniveau, war die Nachfrage nach Ingenieurinnen und Ingenieuren sehr hoch. Für die kommenden Jahre wird weiterhin ein steigender Bedarf dieser Fachkräfte prognostiziert, um aktuellen Themen wie Digitalisierung und Klimaschutz mit qualifiziertem Personal begegnen zu können. Begründet durch den demografischen Wandel wird mit einem zusätzlichen Bedarf an ausgebildeten Ingenieurinnen und Ingenieuren gerechnet.

Auch die TUM-weite Absolventenbefragung der Untergruppe „Maschinenwesen“ aus dem WS 2020/21 kann diese enorm hohe Nachfrage an ausgebildeten Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren belegen. Über 70 % der befragten Absolventinnen und Absolventen konnten innerhalb von maximal drei Monaten nach Bewerbungsbeginn ihr erstes Arbeitsverhältnis nach dem Studienabschluss beginnen. Etwa ein Drittel der Absolventinnen und Absolventen startete sogar innerhalb von einem Monat nach Bewerbungsbeginn in das Berufsleben (vgl. Abbildung 6).

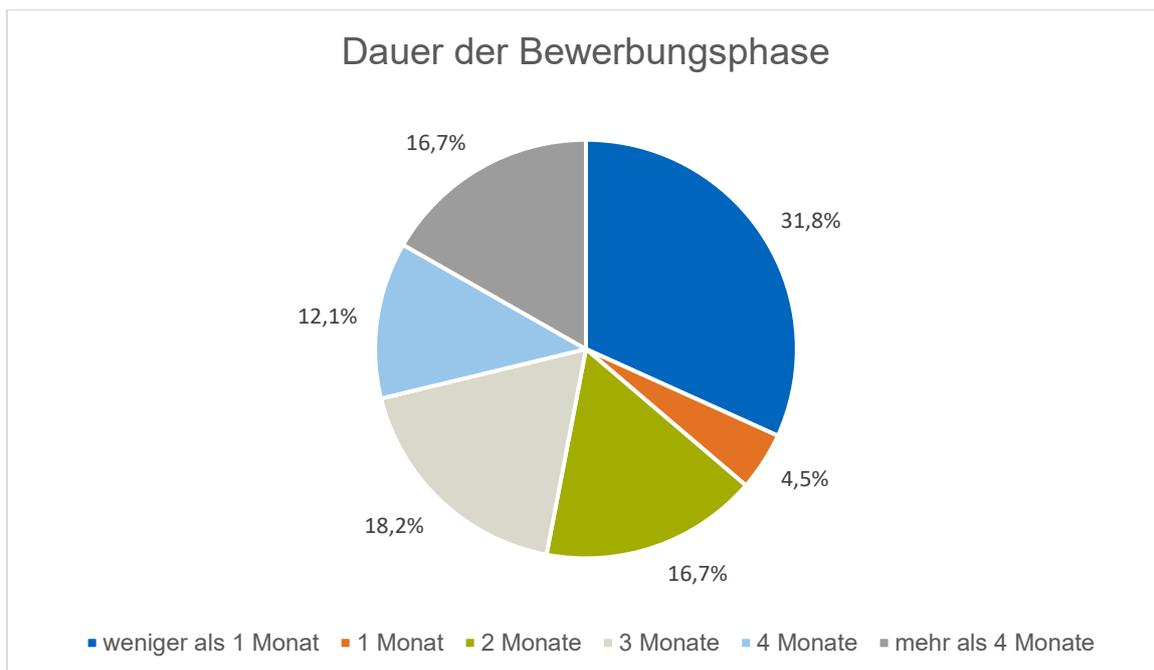


Abbildung 6: Dauer der Bewerbungsphase nach Studienabschluss

⁶ [Maschinen- und Anlagenbau: Ingenieurinnen und Ingenieure gesucht wie nie zuvor](#), aufgerufen am 09.06.2023

⁷ [VDI Ingenieurmonitor 2022/IV](#), aufgerufen am 09.06.2023

Die Digitalisierung der Industrie bewirkt besonders eine Erhöhung der Nachfrage an Ingenieurinnen und Ingenieuren mit interdisziplinärem Abschluss, wie die VDMA-Ingenieurerhebung 2019⁸ ergab. Rund 40 % der Unternehmen suchten nach Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren mit Elektrotechnik Qualifikationen (39 %) oder IT-Zusatzqualifikationen (37 %). Auch die Studie „Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0“ der IMPULS-Stiftung des VDMA⁹ zeigt, dass fachübergreifende Grundlagen ebenso wie solide fachliche und methodische Kenntnisse zu dem Soll-Profil der Ingenieurinnen und Ingenieure der Zukunft gehören.

Durch eine hochwertige Ausbildung in den klassischen Disziplinen des Maschinenbaus kombiniert mit der Wahlfreiheit, eigene Schwerpunkte in mehreren Bereichen setzen zu können, werden hochqualifizierte Ingenieurinnen und Ingenieure ausgebildet, die über technisches Verständnis, Fach- und Methodenkenntnisse und -kompetenzen im Maschinenwesen und den angrenzenden Fachbereichen verfügen. Mit dem Masterstudiengang Maschinenwesen arbeiten die School ED und das Department ME daher an der Deckung des Bedarfs an interdisziplinär ausgebildeten Ingenieurinnen und Ingenieuren. Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs sind optimal dafür ausgebildet, diese häufig gesuchten Schnittstellenpositionen besetzen zu können.

⁸ [VDMA Ingenieurerhebung 2019](#), aufgerufen am 09.06.2023

⁹ [Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0](#), aufgerufen am 12.06.2023

5 Wettbewerbsanalyse

Im Folgenden wird erläutert, wie sich der Masterstudiengang Maschinenwesen im deutschsprachigen Raum positioniert und wie er sich von bestehenden Studienangeboten der TUM unterscheidet.

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Deutsche Universitäten

In Deutschland bieten einige Universitäten einen Masterstudiengang Maschinenbau/ Maschinenwesen an. Um den Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM in die deutschsprachige Masterstudienlandschaft einzuordnen und seine Spezifika herauszuarbeiten, wird er im Folgenden mit den entsprechenden Studiengängen der Universitäten in Karlsruhe, Darmstadt, Aachen, Stuttgart und Erlangen-Nürnberg verglichen. Der Vergleich basiert auf den Kriterien Strukturierung der Mastermodule, Anwendungsorientierung und Studieninhalte.

Die wohl stärksten Mitbewerber innerhalb Deutschlands sind namhafte Universitäten wie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Technische Universität Darmstadt, die RWTH Aachen und im süddeutschen Raum vor allem die Universität Stuttgart sowie die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

- Im Masterstudiengang Maschinenbau am **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)** wählen die Studierenden eine von acht möglichen Vertiefungsrichtungen (Allgemeiner Maschinenbau, Energie- und Umwelttechnik, Mechatronik und Mikrosystemtechnik, Produktentwicklung und Konstruktion, Produktionstechnik, theoretischer Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Werkstoffe und Strukturen für Hochleistungssysteme) und zwei dazugehörige Schwerpunkte. Zusätzlich erfolgt eine „Vertiefung ingenieurwissenschaftlicher Grundlagen“, in deren Zuge auch Pflichtmodule (Produktentstehung, Modellbildung und Simulation) absolviert werden müssen. Daneben sind nur ein Laborpraktikum, eine Schlüsselqualifikation sowie die Master’s Thesis abzuleisten.
- An der **Technischen Universität Darmstadt** gliedert sich der Masterstudiengang Maschinenbau in zwei Pflichtbereiche und mehrere Wahlpflichtbereiche. Die Pflichtbereiche umfassen ein Tutorium/Laborpraktikum sowie zwei Forschungsprojekte. Der Wahlpflichtbereich beinhaltet eine Reihe an Vertiefungsmodulen aus dem Bereich Grundlagen und Kernveranstaltungen des Maschinenbaus, Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Natur- und anderen Ingenieurwissenschaften sowie Kurse zum Thema Digitalisierung. Ein weiterer Teil des Studiengangs ist das Studium Generale, in dem Module außerhalb der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereiche belegt werden können. Abschließend wird die Master’s Thesis angefertigt.
- Auch das Masterstudium Maschinenbau an der **RWTH Aachen** gliedert sich in Pflicht- und Wahlmodule aus den Bereichen technisch-naturwissenschaftliche Module, allgemeiner Maschinenbau und Module aus bis zu zwei Spezialisierungsrichtungen (z. B. Medizintechnik, Mikrosystemtechnik, Simulationstechnik, Werkstofftechnik, Fluidtechnik). Der Studienplan wird nach individuellen Interessenprofilen der

Studierenden durch Fächerkombinationen gestaltet und muss am Anfang des Studiums durch die Studienrichtungsbetreuenden und den Prüfungsausschuss genehmigt werden. Zusätzlich nehmen die Studierenden an einer Exkursion teil und fertigen die Master's Thesis an.

- An der **Universität Stuttgart** wählen die Studierenden im Masterstudiengang Maschinenbau Module aus zwei anwendungs- oder methodenorientierten Spezialisierungsrichtungen (z. B. Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Werkstoff- und Produktionstechnik, Mikrotechnik, Gerätetechnik und technische Optik, Energietechnik, Fahrzeug- und Motorentchnik, Technologiemanagement, Mechatronik und technische Kybernetik, Verfahrenstechnik). Zusätzlich müssen Pflichtmodule aus den Bereichen Werkstoffe und Festigkeit, Energie- und Verfahrenstechnik, Konstruktion sowie Produktion absolviert werden. Daneben müssen zwei Module zu Schlüsselqualifikationen und ein Industriepraktikum absolviert sowie eine Forschungsarbeit und die Masterarbeit angefertigt werden.
- Im Masterstudiengang Maschinenbau der **Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg** wird zu Studienbeginn ebenso eine Studienrichtung gewählt (allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, rechnerunterstützte Produktentwicklung, International Production Engineering and Management). Neben Modulen aus einem dieser Bereiche müssen technische und nicht-technische Wahlmodule, ein Hochschulpraktikum, eine Projektarbeit und schließlich die Masterarbeit absolviert werden.

Im Vergleich zu den o. g. Studiengängen anderer deutscher Universitäten hebt sich der viersemestrige Masterstudiengang Maschinenwesen der ED deutlich ab:

Individuelle Schwerpunktsetzung:

Betrachtet man die eingangs erwähnten größten Mitbewerber, so ist ersichtlich, dass sich die Studierenden zu Beginn ihres Studiums häufig auf eine konkrete Vertiefungsrichtung festlegen müssen. Innerhalb dieser Vertiefungsrichtung müssen dann Module aus einem vorgegebenen Katalog absolviert werden.

Der Masterstudiengang Maschinenwesen der ED hebt sich hier aufgrund der Kombinierbarkeit von Modulen unterschiedlicher Schwerpunktsetzung (grundlagenorientiert, branchenspezifisch oder branchenübergreifend) ab. Es werden keine festgelegten Vertiefungsrichtungen oder Kombinationen vorgegeben. Die Studierenden haben auch während des Studiums die Möglichkeit, selbstständig Module aus für sie attraktiven Forschungsbereichen zu wählen.

Hohe Anwendungsorientierung:

Der Masterstudiengang Maschinenwesen der ED bietet den Studierenden die Möglichkeit, das erlernte theoretische Wissen im Zuge zweier Hochschulpraktika, einer Forschungspraxis und der Master's Thesis anzuwenden. Einen ähnlich hohen Anteil anwendungsorientierter Module bieten nur die Studiengänge an den Universitäten in Darmstadt, Stuttgart und Erlangen-Nürnberg. Bei Letzteren muss jedoch beachtet werden, dass wie bereits erwähnt, zu Studienbeginn Vertiefungsrichtungen festgelegt werden müssen und somit die individuelle Wahlfreiheit und Flexibilität des Studiums eingeschränkt sind.

Flexibilität und Transparenz:

Die Struktur des Masterstudiengangs Maschinenwesen der ED ist aufgrund der Unterteilung der Mastermodule in vier Wahlbereiche (Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Kernfächer des Maschinenwesens, Angrenzende Fachgebiete sowie Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung – s. Kap. 6) sehr übersichtlich und transparent gehalten. Im Gegensatz zu teilweise sehr komplexen und nicht leicht zu durchdringenden Studiengangstrukturen anderer Masterstudiengänge im Maschinenbau/Maschinenwesen in Deutschland setzt die TUM School of Engineering and Design hinsichtlich der Strukturierung auf Übersichtlichkeit und Klarheit. Die Studierenden überblicken rasch alle möglichen Modulkombinationen und können auf Basis einer großen individuellen Flexibilität ihren persönlichen Studienplan bereits zu Beginn des Studiums zusammenstellen oder im Laufe des Studiums entwickeln. Änderungen während des Studiums sind somit jederzeit möglich. Die Flexibilität wird noch dadurch gesteigert, dass auch Module anderer Schools bzw. Departments der TUM sowie anderer Universitäten (auch aus dem Ausland) in den Studiengang integriert werden können. Dies trägt nicht nur zur Erweiterung der fachlichen, sondern auch der interdisziplinären und interkulturellen Kompetenzen der Studierenden bei.

Internationalisierung:

Besonders für ausländische Studierende bietet und wirbt die ED mit der Möglichkeit, den Masterstudiengang Maschinenwesen vollständig in englischer Sprache zu studieren. Dies wird durch eine große Auswahl an englischsprachigen Modulen, ca. 35% der Gesamtmodule und steigend, ermöglicht. Von den bereits genannten Universitäten bietet nur das KIT eine ähnliche Möglichkeit an, das komplette Masterstudium in englischer Sprache zu absolvieren.

Anders als die konkurrierenden Universitäten mit ihren Maschinenbaustudiengängen fördert die ED eine Internationalisierung seiner Studierenden durch die flexible Anerkennung von Modulen aus dem Auslandsstudium. Durch eine Anerkennung von Modulen ohne fachliche Äquivalenzprüfung können die Studierende somit bis zu 30 CP, also ein komplettes Fachsemester, aus ihrem Auslandsaufenthalt einbringen. Die Zahl der CP erhöht sich, wenn eine Äquivalenzprüfung von Modulen von ausländischen Universitäten zu den im Master MW vorgesehenen Modulen eine positive Rückmeldung ergibt.

Ausländische Universitäten

Mitbewerberinnen aus dem deutschsprachigen Ausland sind die Technische Universität Graz, die Technische Universität Wien, die Montanuniversität Leoben und die ETH Zürich.

- Das Masterstudium Maschinenbau an der **TU Graz** besteht aus Grundlagenfächern und Modulen einer fachspezifischen Vertiefungsrichtung, von denen die Studierenden zwei wählen. Jede Vertiefungsrichtung beinhaltet Pflichtfächer und Wahlfachkataloge. Zusätzlich sind eine Laborübung und ein Freifach zu wählen.
- An der **TU Wien** müssen die Studierenden keine Vertiefungsrichtung festlegen, sondern absolvieren Pflichtmodule aus dem Grundlagenbereich, dem Spezialisierungsbereich, eine Projektarbeit sowie Freifächer und Module der fachübergreifenden Qualifikation.
- An der **Montanuniversität Leoben** absolvieren die Studierenden eine Reihe von Pflichtfächern und belegen im Anschluss aus einer gewählten Vertiefungsrichtung Wahlfächer. Zusätzlich sind freie Wahlfächer zu erbringen.
- Im Gegensatz zu den anderen Universitäten und auch der TUM, bietet die **ETH Zürich** den Master Maschineningenieurwissenschaften nur in englischer Sprache an.

Aufbauend auf Grundlagenfächern aus sechs Fachgebieten müssen die Studierenden Module aus multidisziplinären Bereichen und dem Bereich „Science in Perspective“ wählen, um somit ihr Verständnis von Wirtschaft und Sozialwissenschaften zu erweitern und um zu lernen, die Zusammenhänge zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen, technologischen Innovationen, kulturellen Kontexten, Individuum und Gesellschaft zu verstehen und kritisch zu hinterfragen. Weiterhin beinhaltet das Studium ein zwölfwöchiges Praktikum, eine Semester- und auch eine Masterarbeit.

Vergleiche im deutschsprachigen Raum kommen zu dem Ergebnis, dass die Studienstrukturen der genannten Masterstudiengänge in Graz, Wien, Leoben und an der ETH Zürich der Studienstruktur des Masterstudiengangs Maschinenwesen an der TUM ähnlicher sind als die der oben betrachteten Studiengänge deutscher Universitäten. Wesentliche Unterschiede zeigen sich jedoch in der Anwendungsorientierung sowie im Pflichtmodulanteil: An der TUM ist ein Anteil an anwendungsorientierten Modulen im Umfang von insgesamt 19 CP vorgesehen. Dieser Wert wird von keiner der anderen Universitäten erreicht. Zudem sind die Studierenden in den oben genannten Studiengängen verpflichtet, eine Reihe von Pflichtmodulen zu absolvieren, wodurch eine individuelle Gestaltung und somit die Flexibilität des Studiums stark eingeschränkt wird. Somit hebt sich der Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM auch im deutschsprachigen Raum deutlich von den Angeboten anderer Universitäten ab.

Im weltweiten Vergleich schneidet der Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM sehr gut ab und belegt seit Jahren Spitzenplätze in internationalen Rankings. Die herausragenden Bewertungen resultieren zum einen aus ausgezeichneten Bedingungen in der Lehre, zum anderen aus weit überdurchschnittlichen Forschungsleistungen. Im „THE World University Ranking by Subject“ werden Universitäten in ihren Fachbereichen nach ihren Lehr- und Forschungsleistungen bewertet. Laut „THE“ belegt die TUM im Bereich Engineering den Spitzenplatz in Deutschland und rangiert weltweit unter den besten 20 Universitäten¹⁰.

Das Konzept des Masterstudiengangs Maschinenwesen der ED ermöglicht den Studierenden ein hohes Maß an individuellem Studium verbunden mit der Option, sich fachlich weiter zu spezialisieren und die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenkompetenzen zu verbreitern. Der Anteil anwendungsorientierter Module im Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM liegt mit zwei Hochschulpraktika und einer Forschungspraxis über dem der genannten vergleichbaren Studiengänge.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Neben dem Masterstudiengang Maschinenwesen bietet die ED weitere Masterstudiengänge mit teilweise ähnlichen Inhalten jedoch anderem Qualifikationsprofil an.:

- Aerospace (AS)
- Automotive Engineering (AE)

¹⁰ <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2023/subject-ranking/engineering-and-it>, Zugriff am 09.06.2023

- Energie- und Prozesstechnik (EP)
- Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau (EPM)
- Materials Science and Engineering (MSE)
- Mechatronics, Robotics and Biomechanical Engineering (MRBE)
- Medizintechnik (MT)
- Power Engineering (PE).

Während sechs der genannten Studiengänge (AS, AE, EP, MSE, MT, PE) fachspezifisch ausgerichtet sind, zielt der Studiengang Maschinenwesen darauf ab, Studierenden ein hohes Maß an individuellen Gestaltungsmöglichkeiten jenseits aller Branchengrenzen zu eröffnen und somit den Fokus auf die Interdisziplinarität zu legen. Wie in Kapitel 2 bereits ausführlicher dargestellt ist die Ausbildung eines stark forschungs- und grundlagenorientierten Qualifikationsprofils in diesem Rahmen ebenso möglich wie die gezielte Kombination von Modulen unterschiedlicher Forschungsbereiche zum Erlangen eines sehr individuellen branchenübergreifenden oder -verbindenden Qualifikationsprofils.

Studiengänge wie die Masterstudiengänge „Energie- und Prozesstechnik“ und „Power Engineering“ sind branchenorientiert und zielen auf das Systemverständnis der Energietechnik (regenerativ und konventionell) und der Prozesstechnik (thermische-, chemische- und Bio-Verfahrenstechnik) ab. Der Masterstudiengang „Aerospace“ bildet Ingenieurinnen und Ingenieure der Luft- und Raumfahrt in den Bereichen Antriebssysteme, Fluid- und Aerodynamik sowie Regelungstechnik aus. Kompetenzen im Fahrzeugbereich (z. B. E-Mobilität, Autonomes Fahren), in der Elektronik und im Bereich der Werkstoffe werden im Masterstudiengang „Automotive Engineering“ vermittelt. Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs „Materials Science and Engineering“ verfügen über umfassende Kenntnisse im Bereich der Werkstoffkunde sowie Materialcharakterisierung. Der Studiengang „Medizintechnik und Assistenzsysteme“ fokussiert sich auf die Vermittlung von Kompetenzen in den Bereichen Mechatronik und Gerätetechnik, Werkstoffe, muskuloskelettale Assistenzsysteme sowie Regularien und Studiendesign.

Primär methodenorientiert, branchenübergreifend und damit näher am Profil des Masterstudiengangs Maschinenwesen sind die beiden Studiengänge Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau (EPM) und Mechatronics, Robotics and Biomechanical Engineering (MRBE). Beide Studiengänge haben jedoch eine vollkommen andere Zielsetzung als der sehr offen angelegte Masterstudiengang Maschinenwesen. In EPM geht es in erster Linie darum, Expertinnen und Experten des produzierenden Gewerbes auszubilden, die sich beginnend mit der Entwicklung bis hin zu Produktion und Logistik intensiv mit dem gesamten Produktentstehungsprozess beschäftigen und Kompetenzen im Bereich des betrieblichen Managements erwerben. Der Studiengang MRBE zielt darauf ab, in interdisziplinärem Denken und Arbeiten geschulte Ingenieurinnen und Ingenieure auszubilden, die an der Schnittstelle zwischen den Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik tätig sind und Schlüsselfunktionen bei der erfolgreichen Digitalisierung unterschiedlicher Industriesektoren übernehmen.

6 Aufbau des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs Maschinenwesen beträgt vier Semester. Ein Studienbeginn ist sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden CP beträgt 120. Daraus ergibt sich, dass in jedem Semester 30 CP absolviert werden sollten.

Die zu erbringenden CP können dabei aus den folgenden Wahlbereichen erbracht werden:

- Wahlmodule Mastermodule: 60 CP
- Wahlmodule Interdisziplinäre Ergänzungsmodule: 6 CP
- Wahlmodule Hochschulpraktika: 8 CP
- Wahlmodule Überfachliche Ergänzung: 5 CP
- Wahlmodul Forschungspraxis: 11 CP
- Master's Thesis mit wissenschaftlich Arbeiten: 30 CP

Die Wahlmodule „Mastermodule“, „Interdisziplinäre Ergänzungsmodule“ und „Hochschulpraktika“ folgen dem interdisziplinären, systemtechnischen Engineering-Ausbildungsansatz des Departments for Mechanical Engineering der ED und beinhalten thematisch passende Module aus einer Vielzahl anderer Departments bzw. Schools der TUM sowie internationalen Partnern der TUM, z. B. über das ERASMUS oder EuroTeQ Programm. Auch die Studien- und Abschlussarbeiten können in einem klar definierten Rahmen außerhalb der School unter der Betreuung fachlich qualifizierter Prüfer angefertigt werden.

Die Unterrichts- und Prüfungssprachen sind Deutsch und Englisch. Dabei richtet sich die Prüfungssprache nach der Unterrichtssprache des Moduls. Sowohl die Master's Thesis als auch das Abschlussdokument der Forschungspraxis können in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden.

Um die Internationalisierung des Studienganges voranzubringen, wird die Zahl der in Englisch oder bilingual abgehaltenen Module stetig erhöht. Zurzeit werden dabei ca. 35% aller wählbaren Module aus den Wahlmodule „Mastermodule“ in englischer Sprache angeboten. Daher ist der Studiengang auch mit Kenntnissen in nur einer der beiden Unterrichtssprachen studierbar, dann aber nur mit eingeschränkter Auswahl an Modulen.

Die klassische Lehrform in den Wahlmodulen Mastermodule ist – sofern nicht anders angegeben – eine Vorlesung mit einer daran anschließenden Übung, in den Wahlmodulen Interdisziplinäre Ergänzungsmodule eine Vorlesung. Die Lehrformen der anderen Modultypen werden in den entsprechenden Unterkapiteln erläutert. Ferner sind alle Lehrformate in den zugehörigen Modulbeschreibungen hinreichend beschrieben.

Durch die immer mehr an Bedeutung gewinnenden digitalisierten Bildungsprozesse kann die Ausbildung noch flexibler gestaltet werden. Dazu werden verschiedenste Lehr- und Lernformate für die unterschiedlichen Lehrveranstaltungen genutzt wie z. B. eine Kombination aus Online- und Präsenzlehre. Dafür werden Vorlesungen oder Zentralübungen live auf einer Video-Plattform übertragen oder aufgenommen und den Studierenden über das Internet zur Verfügung gestellt.

Wahlmodule Mastermodule

Im Masterstudiengang Maschinenwesen stehen aktuell 267 Mastermodule zur Auswahl, wovon knapp 35% in englischer Sprache oder bilingual angeboten werden. Die Mastermodule sind in vier weitere Wahlbereiche eingeteilt:

- Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen
- Kernfächer des Maschinenwesens
- Angrenzende Fachgebiete
- Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung

Im Bereich der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen sind Module im Umfang von mindestens 20 CP zu erbringen. Module, die zu den Kernfächern des Maschinenwesens gehören, können bis zu einem Umfang von maximal 40 CP eingebracht werden. Bis zu 15 CP können jeweils aus dem dritten und vierten Wahlbereich (Angrenzende Fachgebiete und Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung) absolviert werden. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Wahlbereich erfolgt auf den nächsten Seiten.

1. Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen

In den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen wird zum einen ein im Vergleich zum Bachelorstudiengang verbreitetes Grundlagenwissen vermittelt, zum anderen werden die entsprechenden methodischen Fachkompetenzen vertieft. So lernen die Studierenden zum Beispiel beim Besuch des Moduls „Fügetechnologien“, verschiedene Fügeverfahren zu unterscheiden und die zugrundeliegenden Funktionsprinzipien zu erklären. Sie erlangen die Fähigkeit, technische und wirtschaftliche Berechnungs- und Bewertungsmethoden anzuwenden, um einzelne Fertigungsverfahren zu vergleichen und Bauteile fertigungsgerecht auszulegen. Das Modul „Prozess- und Anlagentechnik“ vermittelt den Studierenden das Wissen, verfahrenstechnische Produktionsanlagen zu verstehen und ingenieurwissenschaftliche Auslegungsmethoden anzuwenden. Außerdem lernen die Studierenden einfache verfahrenstechnische Anlagen zu analysieren sowie zu bewerten und daraus Schlussfolgerungen für andere verfahrenstechnische Produktionsprozesse und -anlagen zu ziehen. Im Modul „Turbomaschinen“ ist das Verstehen der grundlegenden Typen von Turbomaschinen sowohl in ihrer Funktion also auch in ihrer Anwendung das zentrale Lernziel. Die Studierenden erlernen das grundlegende Betriebsverhalten von Turbomaschinen und wie das Verhalten in verschiedenen Anwendungen des Maschinenbaus einzuschätzen ist. Außerdem wird ihnen vermittelt, wie der Prozess der Energiewandlung mathematisch beschrieben und berechnet werden kann.

Tabelle 2: Module aus dem Bereich der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen

Modul	Sprache	Modul	Sprache
Arbeitswissenschaften	de	Qualitätsmanagement	de
Bewegungstechnik	de	Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme	de
Engineering Methods and Data Management for Mobile and Stationary Mechatronic Systems	en	Thermische Verfahrenstechnik 2	de
Fabrikplanung	de	Turbomachinery	en

Faser-, Matrix- und Verbundwerkstoffe und ihren Eigenschaften	de	Verbrennung	de
Finite Elemente	de	Wärme- und Stoffübertragung	de
Fügetechnik	de	Werkstofftechnik	de
Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar	de	Advanced Control	en
Grundlagen elektrischer Maschinen	de	Applied CFD	en
Helicopter Dynamics, Stability and Control	en	Dynamics of Mechanical Systems	en
Maschinensystemtechnik	de	Gas Dynamics	en
Messsystem- und Sensortechnik im Maschinenwesen	de	Polymers and Polymer Technology	en
Moderne Methoden der Regelungstechnik 1	de	Methods of Product Development	en
Moderne Methoden der Regelungstechnik 2	de	Multidisciplinary Design Optimization	en
Nichtlineare Finite-Element-Methoden	de	Turbulent Flows	en
Nichtlineare Kontinuumsmechanik	de	Methods of Product Development	en
Prozess- und Anlagentechnik	de		

2. Kernfächer des Maschinenbaus

Die Kernfächer des Maschinenbaus knüpfen an die Ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen an und dienen dazu, gezielt Spezialwissen und entsprechende methodische Fach- und Multi-/Transdisziplinäre Kompetenzen auf- und auszubauen. Wie im Qualifikationsprofil beschrieben, lernen die Studierenden zum Beispiel, den Energiebedarf von Logistiksystemen zu bestimmen und zu bewerten. Die nötigen Kompetenzen dazu werden u. a. in den Modulen „Planung technischer Logistiksysteme“ und „Elektrische Maschinen“ vermittelt. Studierende mit einer Schwerpunktsetzung in Product Development for Aerospace Applications beschäftigen sich u. a. mit den Modulen „Additive Fertigung mit Metallen“ und „Aerodynamic Design of Turbomachinery“. Studierende, deren Ziel ein grundlagen- und forschungsorientiertes Profil in den Materialwissenschaften ist, wählen wiederum Module wie „Zerstörungsfreie Prüfung“.

In diesem Wahlbereich haben die Studierende die größte Auswahl an Modulen. Von den zurzeit 168 Modulen können dabei auch 55 in englischer Sprache gehört werden. Dabei werden den Studierenden in den Modulen multi- bzw. transdisziplinäre Fachkompetenzen vermittelt, die über die Grundlagen der einzelnen Fachbereiche hinausgehen und die Studierenden dazu befähigen sollen, die erlernten Grundlagen in anwendungsnahen Szenarien miteinander zu verknüpfen.

Tabelle 3: Auszug aus der Modulliste im Bereich "Kernfächer des Maschinenbaus"

Modul	Sprache	Modul	Sprache
Angewandte Biorobotik	de	Aerodynamic Design of Turbomachinery	en
Elektrische Maschinen	de	Robot Motion Planning	en
Planung Technischer Logistiksysteme	de	Circular Economy	en
Zerstörungsfreie Prüfung	de	Introduction to Nuclear Energy	en
Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge	de	Flight Dynamics, Stability and Control	en
Auslegung, Herstellung und Prüfung medizinischer Implantate	de	KI in der Produktionstechnik	de/en
Batteriesystemtechnik	de	Medical Technology 1 - An Organ System Based Approach	en
Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren	de	Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems	en
Bioprozesse	de	Nonlinear Continuum Mechanics	en
Digitale Menschmodellierung: Grundlagen	de	Physics-Informed Machine Learning	en
Dynamik der Straßenfahrzeuge	de	Positioning and Navigation for Off-road Vehicles	en
Finite Elemente in der Werkstoffmechanik	de	Principles of Economics	en
Mensch und Produktion	de	Scheduling Manufacturing Systems	en
Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse	de	Solar Engineering	en
Orbit- und Flugmechanik	de	Sustainable Mobile Powertrains	en
Vernetzte Regelungssysteme	de	Tractor Engineering Fundamentals	en
Strahlung und Strahlenschutz	de	Virtual Process Design (Focus: Metal Forming and Casting)	en

3. Angrenzende Fachgebiete

Dieser Wahlbereich umfasst ausschließlich Module anderer Departments und Schools der TUM (Elektro- und Informationstechnik, Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften). Da die Maschinenbaubranche zunehmend Ingenieurinnen und Ingenieure mit Kenntnissen und Kompetenzen auch in angrenzenden Fachgebieten benötigt, können Studierende ihren

Studienschwerpunkt durch Wahl geeigneter Module sinnvoll ergänzen und erweitern. So erlangen sie beispielsweise Kenntnisse

- aus den Wirtschaftswissenschaften, wie die grundlegende Konzeption sowie die Aufgaben und Instrumente des Controllings,
- aus der Elektro- und Informationstechnik, wie die für die prädiktive numerische Simulation des Betriebsverhaltens elektronischer und mechatronischer Mikrobauteile und -systeme grundlegenden theoretischen Modellvorstellungen,
- aus der Physik, wie die Anwendung der Gesetze der geometrischen Optik sowie die Funktionsweise und Limitationen einfacher optischer Instrumente,
- aus der Informatik, bspw. wie aus einer Vielzahl von Lösungen für relevante Aspekte von Echtzeitsystemen (Modellierungskonzepte, Schedulingalgorithmen, Betriebssysteme, Programmiersprachen, etc.) die passenden Lösungen auszuwählen und umzusetzen sind.

Aus den zurzeit 65 angebotenen Fächern können sich die Studierenden wie auch im vorherigen Wahlbereich multi- bzw. transdisziplinäre Fachkompetenzen aneignen und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen mit Kenntnissen angrenzender Fachbereiche verknüpfen. Für Studierende, die ihren Master in englischer oder bilingualler Sprache absolvieren wollen, stehen in diesem Wahlbereich dafür 29 Module zur Verfügung.

Tabelle 4: Auszug aus der Modulliste im Bereich "Angrenzende Fachgebiete"

Modul	Sprache	Modul	Sprache
Angewandte Elektrochemie	de	Advanced Topics of Software Engineering	en
Corporate Finance	en	BioMEMS and Microfluidics	de/en
Epidemiologie	de	Foundations of Entrepreneurial & Ethical Business	en
Funktionale Sicherheit	de	Fundamentals of Human-Centered Robotics	en
Grundlagen der Elektrochemie	de	Introduction to Bioengineering	en
Grundlagen von Computer Vision	de	Introduction to Deep Reinforcement Learning	en
Kernfusionstechnik	de	Management Science (MiM)	en
Modeling Future Mobility Systems	de	Medical Augmented Reality	en
Production and Logistics (MiM)	de	Patente und Geheimmissschutz	de/en
Robot Programming and Control for Human Interaction	en	Production of Renewable Fuels	en
Robotic 3D Vision	en	Satellite Navigation	en
Technik autonomer Systeme	de	Sustainable Mobility	en
Angewandte Elektrochemie	de	Advanced Topics of Software Engineering	en

4. Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung

Die Entwicklung der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen schreitet rasch voran. Zukunftsthemen wie Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Ressourcenknappheit stellen globale Herausforderungen dar und liegen häufig im Überlappungsbereich unterschiedlicher Disziplinen. Um diesen Entwicklungen erfolgreich zu begegnen, sind Studiengänge nötig, die den Studierenden ein hohes Maß an Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit bieten. Hier setzt der Wahlbereich „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ an, welche den Studierenden wahlweise Fach- oder multi-/transdisziplinäre oder interdisziplinäre Kompetenzen vermittelt. Die Studierenden haben innerhalb dieses Wahlbereichs die Möglichkeit, die maximal 15 verbleibenden Mastermodul-CP aus dem gesamten Mastermodulangebot der School of Engineering and Design zu wählen. Darüber hinaus können auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule anderer Schools der TUM und/oder in- und ausländischer Universitäten nach Rücksprache mit den Studiengangverantwortlichen im Wahlbereich „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden. Besonders eignen sich hier auch die Module aus dem Zusammenschluss EuroTeQ¹¹, einer Vereinigung mehrerer europäischer Universitäten, die bestimmte Module für Partneruniversitäten online anbieten.

Indem Studierende bis zu 15 CP aus ingenieurwissenschaftliche Mastermodulen frei aus externen Lehrangeboten wählen, wird es ihnen ermöglicht, das ohnehin schon hohe Maß an Interdisziplinarität im Studiengang Maschinenwesen weiter zu steigern. Auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule, die im Rahmen eines Austauschstudiums abgelegt wurden und für die es kein inhaltlich äquivalentes Modul im Mastermodulkatalog der School of Engineering and Design gibt, können innerhalb des Wahlbereichs „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden. Der Wunsch, eigene inhaltliche Akzente zu setzen und ein individuelles Qualifikationsprofil zu entwickeln, lässt sich in diesem Rahmen ebenfalls realisieren: Man kann ebenso in die Breite und über die Grenzen ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen hinweg studieren wie in die Tiefe. Hier wäre eine forschungsorientierte Modulzusammenstellung, in deren Rahmen ein spezielles Forschungsthema aus der eigenen Disziplin vertieft und die jeweilige Forschungsbasis verbreitert wird, ebenso denkbar wie ein breit aufgestelltes Studienprogramm zum Beispiel in Richtung Digitalisierung der Produktion.

Wahlmodule Interdisziplinäre Ergänzungsmodule

Charakteristisch für den umfangreichen Wahlmodulkatalog der interdisziplinären Ergänzungsmodule (aktuell 194 Module) ist, dass hier häufig Lehrveranstaltungen von Lehrbeauftragten angeboten werden, die auf eine langjährige berufliche Praxis außerhalb der Universität zurückblicken. Auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus natur- oder anderen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen geben Einblick in spezielle Forschungsbereiche. Die Ergänzungsmodule haben sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudium den Zweck, den Horizont der Studierenden zu erweitern, die gewählten Schwerpunkte zu vertiefen und auszubauen sowie neue Perspektiven sowohl in Sachen Forschung als auch hinsichtlich der beruflichen Praxis zu eröffnen.

¹¹ <https://euroteq.eurotech-universities.eu/initiatives/building-a-european-campus/course-catalogue/>

Für Studierende des Masterstudiengangs Maschinenwesen empfehlen sich insbesondere folgende Ergänzungsmodule hinsichtlich der genannten beispielhaften Qualifikationsprofile:

- Grundlagen- und Forschungsorientierung
 - Seminar Strömungsphysik und Modellgesetze (3 CP)
 - Seminar Angewandte Mechanik (3 CP)
 - Dampfturbinen (3 CP)
- Logistik und Energie
 - Logistik in der Automobilindustrie (3 CP)
 - Nachhaltige Energiesysteme (3 CP)
 - Energieträger für mobile Anwendungen (3 CP)
- Product Development for Aerospace Applications
 - Aircraft Systems (3 CP)
 - Future in Air Mobility (3 CP)
 - Patent-, Marken- und Musterrecht für Ingenieure: Eine Einführung (3 CP)

Das Konzept der Ergänzungsmodule wird sowohl von den Studierenden als auch deren späteren Arbeitgebern gut aufgenommen, da es sowohl ein individuelles Studium als auch fachliche Spezialisierung und Verbreiterung zulässt. Die Module aus diesem Gebiet haben insgesamt einen Umfang von 6 CP. Diese Aufteilung begründet sich dadurch, dass den Studierenden innerhalb des Interdisziplinären Ergänzungsbereichs eine vielfältige Wahl ermöglicht werden soll, um den eigenen Interessen und Neigungen zu folgen bzw. entsprechend der angestrebten fachlichen und überfachlichen Ziele wählen zu können und so die dargelegten Qualifikationsziele des Studiengangs zu erreichen. Es kann sowohl in die Breite als auch in die Tiefe gewählt werden. Studierende können zudem jedes Modul durch ein im Ausland absolviertes Modul ersetzen. Voraussetzung hierfür ist, dass das im Ausland absolvierte Modul mindestens einen Umfang von 3 CP oder äquivalent besitzt.

Wahlmodule Hochschulpraktika

Alle Masterstudierenden der School of Engineering and Design wählen ihre Hochschulpraktika (8 CP, i. d. R. 2 Module) aus einem gemeinsamen Modulkatalog, der aktuell 180 Praktika umfasst. Die Hochschulpraktika dienen als Einführung in praktische ingenieurwissenschaftliche Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und sollen den/die gewählten Studienschwerpunkt/e inhaltlich sinnvoll ergänzen und so anwendungsorientierte Fachkompetenzen vermitteln. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt erfolgt somit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungs- bzw. methodenorientierte Schwerpunktsetzung. Die im Zeitalter der Digitalisierung zwingend nötigen digitalen Kompetenzen werden in den praxisnahen Praktika vertieft. Die im Bachelorstudiengang erworbenen Grundlagen der Informationstechnik und die Software- und Programmierkenntnisse, die für das spätere Berufsleben nicht mehr wegzudenken sind (z.B. MATLAB, ROS, Python, C++), werden ausgebaut.

Die Module haben i. d. R. eine Modulgröße von je 4 CP. Vor dem Ziel einer sinnvollen Ergänzung der thematischen Schwerpunkte ist ein Modulumfang von insgesamt 8 CP hinreichend, um die entsprechenden Qualifikationsziele des Masters zu erreichen. Die Aufteilung dieser 8 CP auf zwei

Module erfolgt, um den Studierenden eine individuelle und fachliche Spezialisierung in zumindest zwei Bereichen bzw. Praktika zu ermöglichen. Die Beschränkung auf ein Praktikum würde nicht nur die individuelle Wahl, sondern auch die Methodenausbildung einschränken.

Für Studierende des Masterstudiengangs Maschinenwesen empfehlen sich insbesondere folgende Praktika hinsichtlich der genannten beispielhaften Qualifikationsprofile:

- Grundlagen- und Forschungsorientierung
 - Praktikum Finite Elemente (4 CP)
 - Praktikum Simulationstechnik (4 CP)
- Logistik und Energie
 - Energietechnisches Praktikum (4 CP)
 - Simulation von Logistiksystemen (4 CP)
- Product Development for Aerospace Applications
 - Finite Elemente Methode (FEM) mit Schwerpunkt Luft- und Raumfahrtstrukturen (4 CP)
 - Konstruktion für die Additive Fertigung (4 CP)

Die Hochschulpraktika finden üblicherweise in Kleingruppen statt. Studierende entwickeln hier selbstständig in Einzel- und/oder Gruppenarbeit Lösungen zu konkreten anwendungsnahen Aufgaben und können in individuellen Besprechungseinheiten mit den Betreuenden Fragen klären und weiterführende Themen erörtern. So wird in den Hochschulpraktika im Masterstudium der Ansatz des forschenden Lernens, der bereits für das Projektseminar des Bachelorstudiums prägend war, wieder aufgegriffen und vertieft.

Auch im Bereich der Hochschulpraktika ist eine Internationalisierung des Studienverlaufs möglich. So können 4 CP in diesem Bereich durch ein im Ausland absolviertes Modul anerkannt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass das Modul, äquivalent zu den Hochschulpraktika, anwendungsbezogene Fachkompetenzen vermittelt. Dies gilt z. B. für sogenannte „Lab“ Kurse im englisch sprachigen Raum. Eine Prüfung der Anerkennung erfolgt dabei durch die Studiengangsverantwortlichen.

Wahlmodule Überfachliche Ergänzung

Abgerundet wird das Masterstudium durch die Wahl eines Angebots aus den Wahlmodulen Überfachliche Ergänzung. Je nach individuellen Bedürfnissen und Neigungen wählen Studierende aus den folgenden Angeboten aus:

- Die TUM SOT bietet einen wachsenden Modulkatalog zu Philosophie, Ethik und Verantwortung, so z. B. „Unternehmensethik“, „Ethik und Verantwortung“, Technikphilosophie.
- Die Hochschule für Philosophie hat für TUM-Studierende im Rahmen der Modulstudien spannende Kurse im Feld zwischen Philosophie und Technikwissenschaften im Angebot (Modulstudien Philosophie (TUM) siehe <https://www.hfph.de/studieninteressierte/modulstudien-philosophie-tum>).

- Das Zentrum für Schlüsselkompetenzen der ED bietet Workshops und Trainings an, die darauf abzielen, die Selbst-, Sozial- und Methodenkompetenz der Teilnehmenden zu stärken.
- Universitäre Sprachkurse in allen angebotenen Sprachen und auf allen Niveaustufen des europäischen Referenzrahmens können ebenfalls besucht werden.

Studierende haben im Rahmen dieser Angebote die Möglichkeit, gezielt Kompetenzen auf- und auszubauen, die sie für ihre berufliche Entwicklung als wichtig erachten. Die Bedeutung von Schlüsselkompetenzen für den Berufseinstieg ist unumstritten und wird regelmäßig in Unternehmensumfragen bestätigt (siehe hierzu z. B. die VDMA-Kienbaum-Studie¹² „Future Skills im Maschinen- und Anlagenbau – Eine Analyse entlang des Produktlebenszyklus“ von 2022). Um auch in diesen Wahlmodulen ein hohes Maß an individuellen Ausgestaltungsmöglichkeiten zu erreichen, können die Studierenden eines der Module aus den Wahlmodulen Überfachliche Ergänzung durch ein zusätzliches Modul im Bereich der interdisziplinären Ergänzungsmodule im Umfang von 3 CP ersetzen.

Die überfachlichen Aspekte des Qualifikationsprofils, welche die Absolventinnen und Absolventen dazu befähigen, eine qualifizierte Berufstätigkeit und zivilgesellschaftliches Engagement auszuüben sowie ihre Persönlichkeit weiterzuentwickeln, erfolgt nicht allein im Bereich der Schlüsselkompetenzen. Vielmehr umfassen eine Vielzahl von Modulen – insbesondere im Bereich der Interdisziplinären Ergänzungsmodule, der Forschungspraxis und der Master`s Thesis – Elemente der Persönlichkeitsentwicklung. Hinzu kommt eine Vielzahl außercurricularer, studentischer Initiativen, die eine Möglichkeit zur Vermittlung von Schlüsselkompetenzen geben. Darunter sind beispielsweise die Vereine TUfast, das Hyperloop Team der WARR, die IKOM und die Fachschaft Maschinenbau. Studierende, die in diesen Gruppen aktiv sind, entwickeln ihre Persönlichkeits-, Methoden- und Sozialkompetenz und nehmen vielfältige Anregungen mit, die weit über das rein Fachliche hinausgehen. Sie sammeln praktische Erfahrungen insbesondere im Projektmanagement (Termine, Kosten, Personal, Kommunikation, ...), in interdisziplinärer und interkultureller Teamarbeit aber auch in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit und der Sponsorensuche.

Der Umfang von 2 CP bzw. 5 CP für die Wahlmodule Überfachliche Ergänzung ist angemessen, da zusätzliche, den Qualifikationszielen des Masters entsprechende Fähigkeiten, wie dargelegt in einer Vielzahl weiterer Module und außercurricularer Aktivitäten adressiert sind.

Wahlmodul Forschungspraxis

Innerhalb des Wahlmoduls „Forschungspraxis“ entscheiden sich die Studierenden entweder für eine wissenschaftliche Arbeit im Rahmen eines Teamprojekts, eine Semesterarbeit oder ein Forschungspraktikum. Jede der drei genannten Optionen wird benotet und mit 11 CP kreditiert.

¹² VDMA-Kienbaum-Studie 2022, „Future Skills im Maschinen- und Anlagenbau – Eine Analyse entlang des Produktlebenszyklus“, <https://vdma.org/viewer/-/v2article/render/51415038> (Zugriff 28.04.2023).

Semesterarbeit

Durch die Teilnahme am Modul "Semesterarbeit" können die Studierenden praktische Erfahrung in der Tätigkeit eines Ingenieurs oder einer Ingenieurin sammeln. Das Modul ist als Projektarbeit konzipiert, bei der jede/r Studierende in Einzelarbeit ein vorgegebenes Projekt bearbeitet. Hierbei wird er oder sie von einer eigenen Prüferin oder einem eigenen Prüfer unterstützt, die/der zu Beginn des Projekts in das Thema einführt, geeignete Literatur zur Verfügung stellt und während der Arbeit fachliche Unterstützung bietet.

Das Modul baut auf den Kompetenzen auf, welche die Studierenden im Rahmen ihrer Bachelorarbeit erworben haben, und vertieft diese. Ziel des Moduls ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld ihres Masterstudiengangs mit den im Studium erlernten Methoden weitgehend eigenständig zu bearbeiten und zu beurteilen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich interpretiert, um neue Beobachtungen und Erkenntnisse zu formulieren. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Am Ende des Moduls sind die Studierenden vertraut mit den Richtlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und sicher im Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit, insbesondere im wissenschaftssprachlichen Ausdruck, in Zitierregeln, in der Strukturierung der Arbeit sowie der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.

Teamprojekt

Die Option "Teamprojekt" ähnelt inhaltlich, methodisch und von der Zielsetzung her der Semesterarbeit. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass das Einzelprojekt der/des Studierenden in einem größeren Projektzusammenhang stattfindet, in dem mehrere Studierende unter Anleitung einer Prüferin/eines Prüfers parallel Teilaspekte eines Projekts bearbeiten. Dies ermöglicht einen intensiveren fachlichen Austausch innerhalb des Projektteams und kann zu fachlichen Synergien führen sowie die sozialen Kompetenzen der Studierenden weiter stärken. Der individuelle Beitrag jedes Studierenden muss eindeutig zugeordnet werden können und wird bewertet. Mit dem Modul wird den Studierenden außerdem eine weitere Möglichkeit gegeben, Erfahrungen in interdisziplinärer Teamarbeit und interkultureller Kommunikation zu sammeln.

Forschungspraktikum

Das Forschungspraktikum wird – wie Teamprojekt und Semesterarbeit – an einer Hochschulprofessur, die in der ED prüfungsberechtigt ist, bzw. einer mit der ED kooperierenden wissenschaftlichen Forschungseinrichtung (auch international) erbracht. Ziel des Moduls ist es, dass Studierende unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bzw. Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern eine eigene ingenieurwissenschaftliche Problemstellung herausarbeiten und mögliche Lösungswege identifizieren, die in der anschließenden Master's Thesis bearbeitet werden können. Ergänzt werden kann dieses Format um seminarartige Zusatzveranstaltungen, Journal Clubs (Peer Review in Kleingruppen) und Retreats (mehrtägige Klausuren zur Vertiefung und Diskussion wissenschaftlicher Themen), die der Anwendung von Präsentationstechniken sowie der Fähigkeit zur Analyse und Bewertung von Lösungsmöglichkeiten und entsprechender Kommunikation dienen. Im Unterschied zu Teamprojekt und Semesterarbeit kann hier ein größeres Gewicht auf Zusatzveranstaltungen gelegt werden und die wissenschaftliche Ausarbeitung kleiner ausfallen.

Pflichtmodul „Master’s Thesis“ (mit Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis – Aufbau“)

Das Modul „Master’s Thesis“ knüpft inhaltlich, methodisch und in Bezug auf die Zielsetzung an die Forschungspraxis an und trägt dazu bei, die dort erworbenen Kompetenzen zu weiten und zu vertiefen. Auch im Rahmen der Master’s Thesis arbeiten die Studierenden an einem interdisziplinären Ingenieurprojekt, das allerdings deutlich umfangreicher und anspruchsvoller ist als die Bachelor- bzw. Semesterarbeitsprojekte. Zwar steht auch hier eine Ansprechperson zur Verfügung, auf eine weitestgehend eigenständige Bearbeitung des Projekts wird jedoch besonderer Wert gelegt. Die zu erbringenden Leistungen sind eine wissenschaftliche Ausarbeitung, die von einem Abschlussvortrag begleitet wird, sowie der Bericht zum Seminar „Wissenschaftliches Arbeiten – Aufbau (ZSK)“. Die Betreuung und Bewertung der Master’s Thesis erfolgt durch eine fachkundige Prüfende bzw. einen fachkundigen Prüfenden, die zur Themenstellerin bzw. der zum Themensteller für den Masterstudiengang Maschinenwesen bestellt wurde.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus der individuell gewählten Fachrichtung eigenständig zu bearbeiten und mit dem Fachwissen aus dem Studium sowie mit relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird, eigene Methoden und Lösungsansätze zu entwerfen. Die Studierenden wenden erlernte Methoden und Werkzeuge der Ingenieurwissenschaften auf eine umfangreiche ingenieurwissenschaftliche Problemstellung an und lernen sowohl die Vorteile als auch die Grenzen dieser Methoden zu erkennen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von den Studierenden auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich gerechtfertigt. Auf Basis ihrer Ergebnisse sind die Studierenden fähig, ihre neuen Methoden und Lösungsansätze zu rechtfertigen und zu beweisen. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Weiter sind die Studierenden in der Lage, eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig zu strukturieren und zu verfassen und dabei die TUM Satzung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und Fehlverhalten einzuhalten und die Qualitätskriterien guter wissenschaftlicher Praxis anzuwenden. Darüber hinaus werden die Studierenden befähigt, Kriterien des wissenschaftlichen Schreibens und Arbeitens zu reflektieren und diese auf eigene wissenschaftliche Arbeiten zu übertragen sowie eigene Projekte gemäß den bestehenden Kriterien zu planen, zu strukturieren und umzusetzen sowie kritisch zu reflektieren. Das wissenschaftliche Publizieren innerhalb der eigenen Forschungsgruppe soll nach Möglichkeit im Rahmen der Master’s Thesis erprobt werden.

Im Bereich Präsentieren beweisen die Studierenden ihre rhetorischen und fachlichen Fähigkeiten. Sie überzeugen durch einen strukturierten Vortrag, in dem sie wichtige Aspekte der Master’s Thesis kompakt und vollständig innerhalb der vorgegebenen Vortragszeit verständlich und nachvollziehbar einem Fachpublikum vorstellen und vor diesem vertreten.

Im Seminar „Wissenschaftliches Arbeiten – Aufbau (ZSK)“ erwerben die Studierenden vertiefende Kenntnisse zur Gestaltung ihrer Master’s Thesis. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Erstellung der wissenschaftlichen Abschlussarbeit sollen verinnerlicht werden. Themenfelder sind hierbei schwerpunktmäßig die genannte Reflexionsfähigkeit zur eigenen wissenschaftlichen Arbeit, die Planung und Umsetzung des eigenen wissenschaftlichen Projekts, sowie wissenschaftliche Erkenntnisse in adäquater Art und Weise, basierend auf gängigen Standards, zu präsentieren. Das Recherchieren einschlägiger Literatur unter dem Aspekt der qualitativen Auswahl wird fokussiert und

wissenschaftliche Literaturdatenbanken werden ausgewertet. Die Studierenden erlernen, durch die Recherche die Forschungsgruppe zu überblicken und im Themengebiet auf den aktuellen Stand zu blicken. Dies ermöglicht, einen qualitativen Überblick über die Forschungsdebatten zum Thema zu gewinnen und zielführend wissenschaftliche Erkenntnisse in adäquater Art und Weise, basierend auf gängigen Standards, zu präsentieren. Weiterhin lernen die Studierenden, den Prozess des Schreibens der eigenen wissenschaftlichen Arbeit selbstbestimmt zu steuern und wissenschaftsethische Fragestellungen zu reflektieren und diese in das eigene Projekt einfließen zu lassen.

Studienplan des Masters Maschinenwesen

Das Studium im Master Maschinenwesen ist in vier Semester untergliedert. Abbildung 7 zeigt einen allgemeinen Studienplan, der alle Anforderungen erfüllt. Die Verteilung der Module in den ersten drei Semestern kann individuell angepasst werden. Besonders durch einen Auslandsaufenthalt kann es zu Abweichungen zum dargestellten Ablauf kommen, da ausländische Universitäten häufig andere Semesterzeiträume besitzen. Abbildung 8 zeigt exemplarisch eine mögliche Modulwahl für die Vertiefungsrichtung „Logistik und Energie“.

Se- mester	Module						CP/ Prü- fungen	
1	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Überfachliche Ergänzung 5 CP (Klausur)	Hochschul- praktikum 4 CP (Übungs- /Laborleistung)	30/6	
2	Forschungspraxis 11 CP (wiss. Ausarbeitung/Projektarbeit)		Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	IE* 3 CP	IE* 3 CP	Hochschul- praktikum 4 CP (Übungs- /Laborleistung)	30/6
3	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	30/6	
4	Master's Thesis 30 CP (wiss. Ausarbeitung)						30/1	
	Fachkompetenzen (Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen)			Überfachliche Kompetenzen (z. B. Ethik, Philosophie, Sprachkurse, transversale Schlüsselkompetenzen, Ergänzungsmodule der ED)			120/20	
	Multi-/Transdisziplinäre Kompetenz (Kernfächer des Maschinenwesens, Angrenzende Fachbereiche)			Interdisziplinäre Fachkompetenz mit Internationalisierungsmöglichkeiten (z. B. EuroTeQ, Anerkennungen aus dem Auslandsaufenthalt, Ergänzungsmodule der ED)				
	Anwendungsorientierte Fachkompetenz (Hochschulpraktikum, Anerkennung von praktischen Kursen aus dem Auslandsaufenthalt)			Forschungskompetenz / überfachliche Kompetenzen				

* IE: Interdisziplinäre Ergänzungsmodule, Prüfungsform: Klausur, Projektarbeit o.ä.

Abbildung 7: Allgemeine Darstellung des Studienplans des viersemestrigen Masterstudiengangs Maschinenwesen

Se- mester	Module							CP/ Prü- fungen
1	Wärme- und Stoffübertragung [MW0006]	Maschinensystem-technik [MW0993]	Qualitätsmanagement [MW0104]	Energy transition - the path towards net zero (EuroTeQ) [4CBLM00]	Schwe- disch A1 [SZ1001]	Handeln trotz Nicht- wissen [CLA20 221]	Simulation von Logistiksystemen [MW0960]	29/7
2	Semesterarbeit [MW1241]		Planung technischer Logistiksysteme [MW0097]	Fabrikanplanung [MW0036]	Solar Engineering [MW2428]	Förder- und Materialflusstechnik [MW0068]		31/5
3	Production of Renewable Fuels [CS0003]	Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor [MW2392]	Energie und Wirtschaft [MW0628]	Wissen- schaftliches Schreiben für Studierende der Ingenieur- wissenschaften [MW1259]	Anerkennung aus dem Auslandssemester	Anerkennung aus dem Auslandssemester	Praktikum Energiespeicher- technik [EI7363]	30/7
4	Master's Thesis [MW1266]							30/1
	Fachkompetenzen (Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen)				Überfachliche Kompetenzen (z. B. Ethik, Philosophie, Sprachkurse, transversale Schlüsselkompetenzen, Ergänzungsmodul der ED)			
	Multi-/Transdisziplinäre Kompetenz (Kernfächer des Maschinenwesens, Angrenzende Fachbereiche)				Interdisziplinäre Fachkompetenz mit Internationalisierungsmöglichkeiten (z. B. EuroTeQ, Anerkennungen aus dem Auslandsaufenthalt, Ergänzungsmodul der ED)			120/20
	Anwendungsorientierte Fachkompetenz (Hochschulpraktikum, Anerkennung von praktischen Kursen aus dem Auslandsaufenthalt)				Forschungskompetenz / überfachliche Kompetenzen			

Abbildung 8: Beispielhafte Darstellung des Studienplans des viersemestrigen Masterstudiengangs Maschinenwesen mit der Vertiefungsrichtung „Logistik und Energie“

1. und 2. Fachsemester: Mastermodule, Hochschulpraktikum, Ergänzungsmodul, Schlüsselkompetenzen und Forschungspraxis

Im ersten Studienjahr absolvieren die Studierenden die erste Runde an Modulen aus den Wahlmodulen Mastermodule (Umfang je Modul: i. d. R. 5 CP), über deren Besuch sie sich die zentralen Inhalte des Studiengangs und ihres gewünschten Studienschwerpunkts aneignen sowie entsprechende fachliche Kompetenzen ausbilden. Ergänzt werden diese Module durch die Wahlmodule Hochschulpraktika (Umfang je Modul: i. d. R. 4 CP), in denen die Studierenden lernen, unter Anleitung Lösungen zu anwendungsnahen, ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen aus ihrem Studienschwerpunkt zu erarbeiten. Überfachliche Kompetenzen wie Kommunikationsfähigkeit, ganzheitliches Denken, Reflexionsfähigkeit, Organisationsfähigkeit oder Sprachkenntnisse werden in den Wahlmodulen „Überfachliche Ergänzung“ (Umfang je Modul: i. d. R. zwischen 2 und 5 CP) geschult. Zusätzlich zu den oben genannten Modulen sollen die Studierenden im 2. Semester das Wahlmodul Forschungspraxis in Form einer Semesterarbeit, eines Forschungspraktikums oder einer Teamarbeit absolvieren. Auch wird empfohlen, in diesem Semester Module aus den Wahlmodulen der Interdisziplinären Ergänzung zu belegen, um Einblicke in die Praxis zu erhalten und neue Perspektiven besonders im Hinblick auf die im zweiten Studienjahr anzufertigende Masterarbeit kennenzulernen.

3. und 4. Fachsemester: Mastermodule, Flexibilisierung/Vertiefender Wahlfachbereich und Master's Thesis

Im zweiten Studienjahr absolvieren die Studierenden die zweite Hälfte der erforderlichen Mastermodule. Hier bietet es sich besonders für Studierende, die einen Auslandsaufenthalt absolviert haben, an, sich die dort belegten Module im Wahlfachbereich der ingenieurwissenschaftlichen Flexibilisierung anerkennen zu lassen. Im Rahmen der Master's Thesis (mit dem Seminar

„Wissenschaftliches Arbeiten – Aufbau (ZSK)“ erfährt die Kompetenz des wissenschaftlichen Arbeitens eine weitere Vertiefung.

Auslandsaufenthalt

Planen Studierende einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt, stehen ihnen an der ED folgende Optionen zur Verfügung:

- Ein ein- oder zweisemestriger ERASMUS-Studienaufenthalt an einer der derzeit über 80 europäischen Partneruniversitäten der School of Engineering and Design,
- ein zwei- bis viersemestriges Double Degree-Studium an einer von derzeit zehn überwiegend europäischen Partneruniversitäten der ED, für welches sowohl der Master of Science (TUM) als auch der Abschluss der Partneruniversität verliehen werden,
- ein Studienaufenthalt bei einem universitären Kooperationspartner einer Professur der School, häufig genutzt zur Erstellung einer Semesterarbeit oder einer Master's Thesis,
- ein ein- oder zweisemestriger Studienaufenthalt an einer der zahlreichen außereuropäischen Partneruniversitäten der TUM über das TUMexchange-Programm,
- ein ein- oder zweisemestriger Praktikumsaufenthalt im Ausland.

Darüber hinaus steht es den Studierenden frei, Auslandsaufenthalte außerhalb bestehender Partnerschaften privat zu organisieren.

Studierende, die einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integrieren wollen, können dies grundsätzlich in allen Fachsemestern des Masterstudiums tun (Mobilitätsfenster): Das vielfältige Angebot von Master- und Ergänzungsmodulen sowie von Hochschulpraktika, die zum Teil im Winter-, zum Teil im Sommersemester besucht werden können, die Forschungspraxis und die Master's Thesis, bringen die für den Auslandsaufenthalt nötige Flexibilität in den Studienplan. Es bestehen die folgenden Anerkennungsmöglichkeiten:

- Mastermodule mit einem Umfang von mindestens 5 CP, für die im Mastermodulkatalog der ED äquivalente Module ermittelt werden können, werden auf Antrag anerkannt, wenn ein(e) fachlich zuständige(r) Lehrende(r) der TUM die Gleichwertigkeit bestätigt. Eine Liste bereits als gleichwertig anerkannter Module aus dem Ausland wird zur Verringerung des Verwaltungsaufwandes geführt.
- Mastermodule mit einem Umfang von mindestens 5 CP, für die im Mastermodulkatalog der ED äquivalente Module ermittelt werden können und die im aktuellen EuroTeQ Kurskatalog <https://euroteq.eurotech-universities.eu/initiatives/building-a-european-campus/course-catalogue/> gelistet sind, können ohne Anerkennungsverfahren eingebracht werden.
- Mastermodule mit einem Umfang von mindestens 5 CP, für die im Mastermodulkatalog der ED keine äquivalenten Module ermittelt werden konnten, können – nach Rücksprache mit den Studiengangverantwortlichen – im Umfang von maximal 15 CP in den Wahlmodulen Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung eingebracht werden.
- In den Wahlmodulen Hochschulpraktika kann maximal eines der Praktika im Umfang von 4 CP durch ein im Ausland absolviertes Modul ersetzt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass – wie in den Hochschulpraktika der ED – anwendungsbezogene Fachkompetenzen vermittelt wurden.

- In den Wahlmodulen Interdisziplinäre Ergänzungsmodule können bis zu zwei Module mit jeweils 3 CP anerkannt werden.
- In den Wahlmodulen Überfachliche Ergänzung können im Ausland an der Austauschhochschule erbrachte Sprachkurse oder überfachliche Ergänzungsmodule im Umfang von bis zu 5 CP eingebracht werden.

Insgesamt ist es für Studierende also möglich, eine im Ausland erbrachte Workload von bis zu 30 CP einzubringen. Der Studiengang MW fördert so die Internationalisierung und Weltoffenheit der Studierenden.

Damit sich die Studierenden möglichst frühzeitig über die Anerkennung der Module aus z. B. einem ERASMUS-Semester informieren zu können, sollten sie sich für die Anerkennung beim zuständigen Prüfungsausschuss melden. Dieses kann den Studierenden mitteilen, ob die Module, die sie in ihrer Auslandsaufenthaltszeit absolvieren wollen, fachlich äquivalent zu anderen Modulen der School ED und bereits zuvor anerkannt worden sind.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Organisatorisch ist der Masterstudiengang „Maschinenwesen“ an der TUM ED angesiedelt. Der Großteil der Module wird durch das Lehrpersonal der ED angeboten, aber besonders in den Wahlmodulen der angrenzenden Fachgebiete werden Lehrveranstaltungen vom Lehrpersonal anderer Schools der TUM organisiert, beispielsweise von der TUM School of Management oder der TUM School of Computation, Information and Technology.

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:**

TUM CST – Studienberatung und -information (Informationen und Beratung für Studieninteressierte und Studierende über Hotline/Service Desk)

E-Mail: studium@tum.de

Tel.: +49 (0)89 289 22245

- **Fachstudienberatung:**

Martina Sommer

E-Mail: Studienberatung.me@ed.tum.de

Tel.: +49 (0)89 / 289 15969

Raum: MW 0012a

- **Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:**

zentral: TUM Global & Alumni Office

E-Mail: internationalcenter@tum.de

ED: Saskia Ammon

E-Mail: saskia.ammon@tum.de

Tel.: +49 (0)89 / 289 15021

Raum: MW 2011

Frau Ammon kümmert sich in erster Linie um Studierende, die einen ERASMUS-Studienaufenthalt oder ein Double Degree-Studium an einer Partneruniversität der TUM planen oder durchführen. Die Zuständigkeit für das ERASMUS-Praktikumsprogramm sowie einen Studienaufenthalt über TUMexchange liegt beim Global and Alumni Office der TUM.

- **Frauenbeauftragte an der ED:**

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-Mail: Handicap@zv.tum.de

Tel.: +49 (0)89 289 22737

dezentral: Dr. Ingrid Mayershofer
 E-Mail: ingrid.mayershofer@tum.de
 Tel: +49 (0)89 / 289 15020

- **Bewerbung und Immatrikulation:**

TUM CST – Bewerbung und Immatrikulation
 E-Mail: studium@tum.de
 Tel.: +49 (0)89 289 22245

- **Eignungsverfahren:**

Lisa Käsdorf
 E-Mail: bewerbungen.me@ed.tum.de
 Tel.: +49 (0)89 / 289 15697
 Raum: MW 0026a

- **Beiträge und Stipendien:**

TUM CST – Beiträge und Stipendien (Semesterbeiträge, Stipendien)
 E-Mail: beitragsmanagement@zv.tum.de

- **Zentrale Prüfungsangelegenheiten:**

TUM CST – Zentrale Prüfungsangelegenheiten, Campus Garching (Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide, Studienabschlussbescheinigungen)

- **Dezentrale Prüfungsverwaltung:**

Die dezentrale Prüfungsverwaltung obliegt dem Masterprüfungsausschuss Maschinenwesen.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

Schriftführerin: Frau Rosemarie Nadig
 mpa.me@ed.tum.de
 +49 (0)89 / 289 15695

- **Qualitätsmanagement:**

zentral: TUM CST – Qualitätsmanagement
 Web: <https://www.tum.de/studium/tumcst/teams-cst/>

ED:

Vice Dean Academic and Student Affairs

Prof. Dipl. Arch. ETH Mark Michaeli
 E-Mail: vd.study_teaching@ed.tum.de

Qualitätsmanagement:

Brit Krieger
 E-Mail: qualitymanagement@ed.tum.de

QM-Zirkel:

Martina Sommer
 E-Mail: martina.sommer@tum.de

Evaluationen:

E-Mail: evaluation@ed.tum.de

Koordination Modulmanagement:

Dr.-Ing. Anna Reif

E-Mail: modulverwaltung@ed.tum.de

Die Gesamtverantwortung sowie Koordination liegt beim jeweils amtierenden Academic Program Director. Seit 2022 ist dies Herr Prof. Dr.-Ing. Veit Senner. Er wird bei der Wahrnehmung der damit verbundenen Aufgaben unterstützt durch Martina Sommer.

8 Entwicklungen im Studiengang

Der Masterstudiengang Maschinenwesen bleibt seiner grundlegenden Linie treu, ingenieurwissenschaftliches Wissen und Kompetenzen im Maschinenbau zu vertiefen. Der überarbeitete Masterstudiengang Maschinenwesen ist vor allem durch eine weitere Steigerung der Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit geprägt. Auch die Neuerungen, die die School ED ab 2024/25 umsetzen wird, spiegeln dies wider:

1. Der im Studienjahr 2019/20 eingeführte Wahlbereich „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ erfreut sich besonders bei Studierenden, welche während ihres Studiums einen Auslandsaufenthalt absolvieren, großer Beliebtheit, da hier bis zu 15 CP der ausländischen Universität eingebracht werden können. Um auf den Wunsch der Studierenden nach noch mehr individuellen Wahlmöglichkeiten im Studiengang einzugehen und um den internationalen Austausch noch weiter zu fördern, werden die Möglichkeiten für Anerkennungen aus dem Ausland erweitert. So wird den Studierenden in Zukunft die Möglichkeit gegeben, im Bereich der Hochschulpraktika ein Modul aus dem Auslandssemester anerkennen zu lassen. Auch Sprachkurse aus dem Ausland sollen in Zukunft im Bereich der Überfachlichen Ergänzungsmodule eingebracht werden können.
2. Um die Sozialkompetenzen der Studierenden stärker zu fördern und den Studierenden mehr Möglichkeit zu geben, ihr Qualifikationsprofil individuell zu gestalten, ist es in der neuen Auslegung des Masterstudienganges vorgesehen, dass die Studierenden 5 CP anstelle der bisherigen 2 CP im Bereich der Überfachlichen Ergänzung erbringen.
3. Schon beim Eignungsverfahren (EV) im Bewerbungsprozess wird im überarbeiteten Verfahren die Interdisziplinarität weiter in den Fokus gestellt. So wird neben den mathematischen Grundlagen, der technischen Mechanik, den Grundlagen der Maschinenelemente und der Werkstoffkunde zusätzlich der Bereich „ingenieurwissenschaftliche Grundlagen“ abgefragt. Hier können die Studierende bei der Bewerbung für den Masterstudiengang Maschinenwesen Kenntnisse in den Bereichen Thermodynamik, Fluidmechanik, Regelungstechnik und Informationstechnik nachweisen. So können auch Bewerberinnen und Bewerber mit unterschiedlichsten Vorkenntnissen wertvolle Punkte im EV sammeln, ohne dass all diese Fächer zwingend vorausgesetzt werden. Zusätzlich findet das technische Zeichnen Einzug in das Eignungsfeststellungsverfahren, indem die ursprüngliche Fächergruppe „Maschinenelemente“ zu „Konstruktive Grundlagen: Technisches Zeichnen und Maschinenelemente“ erweitert wird. Bewerberinnen und Bewerber, die keine vollumfängliche Konstruktionsausbildung haben, sondern lediglich die Grundlagen des technischen Zeichnens erlernt haben, können diese Fähigkeiten nun ebenfalls im EV nachweisen und Punkte im Verfahren sammeln.
4. Eine weitere Überarbeitung fand in der zweiten Stufe des Eignungsverfahrens (EV) für den Masterstudiengang statt. Anstelle eines Sammeltests, der alle vorausgesetzten ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse prüft, werden separate Tests für jede Fächergruppe abgehalten. Studierende, welche keine direkte Zulassung in Stufe 1 des EVs erlangt haben, werden zu den Tests der einzelnen Fächergruppen eingeladen, in denen sie keine ausreichenden Qualifikationen in Stufe 1 des Verfahrens nachweisen konnten.

5. Die Aussetzung des Vorlesungsbetriebes in Präsenz zur Corona-Zeit führte dazu, dass die School ED bzw. die gesamte TUM ihren Lehrbetrieb auf digitale Formate umstellte. Nach Ende der Einschränkungen wurde der Betrieb dann bei den meisten Lehrstühlen in hybrider Form, also sowohl in Präsenz als auch in digitaler Form, angeboten, was bei den Studierenden besonders beliebt ist. Die am Masterstudiengang MW beteiligten Lehrstühle sollen daher dazu angeregt werden, auch weiterhin digitale Formate in der Lehre einzusetzen.
6. Ein weiteres erklärtes Ziel der School ED ist es, alle Studiengänge mittelfristig sowohl in Deutsch als auch in Englisch anzubieten. Bereits jetzt ist es möglich, mit entsprechender Modulwahl ein englischsprachiges Qualifikationsprofil im Studium Maschinenwesen zu erlangen. Ein Beispiel dafür ist das zuvor genannte Profil des „Product Development for Aerospace Applications“.

Mit der Einführung des stark umstrukturierten Masterstudiengangs Maschinenwesens zum Wintersemester 2019/20 ist ein Masterstudiengang entstanden, der sich durch eine hohe Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit auszeichnet. Durch die Überarbeitung dieses Studiengangs zum Wintersemester 2024/25 ist es gelungen, diese Eigenschaften noch weiterzuentwickeln und auszubauen. Der Masterstudiengang Maschinenwesen bleibt somit ein zukunfts- und wettbewerbsfähiger Studiengang, an dessen Weiterentwicklung kontinuierlich gearbeitet wird.