

Studiengangdokumentation

Masterstudiengang Maschinenwesen

Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München

Bezeichnung	Maschinenwesen
Organisatorische Zuordnung	Fakultät für Maschinenwesen
Abschluss	Master of Science (M.Sc.)
Regelstudienzeit & Credits	4 Semester & 120 ECTS-Credits
Studienform	Vollzeit, Präsenzstudiengang
Zulassung	Eignungsverfahren (EV)
Starttermin	WiSe 2019/2020
Sprache	Deutsch
Studiengangs-verantwortliche/-r	Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner
Ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	-
Ansprechperson(en) bei Rückfragen	Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner, Tel. 089-289-15918, j.fottner@tum.de
Version/Stand, vom	16.10.2020
Der Studiendekan	<hr/> Prof. Dr.-Ing. Manfred Hajek

Inhaltsverzeichnis

1.	Studiengangziele	3
1.1.	Zweck des Studiengangs	3
1.2.	Strategische Bedeutung des Studiengangs	5
2.	Qualifikationsprofil	7
3.	Zielgruppen.....	11
3.1.	Adressatenkreis	11
3.2.	Vorkenntnisse Studienbewerber	11
3.3.	Zielzahlen	12
4.	Bedarfsanalyse	14
5.	Wettbewerbsanalyse.....	16
5.1.	Externe Wettbewerbsanalyse	16
5.2.	Interne Wettbewerbsanalyse.....	20
6.	Aufbau des Studiengangs.....	21
7.	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	35
8.	Entwicklung im Studiengang	37
8.1.	Übersicht über die Neuerungen	37
8.2.	Entwicklung im Studiengang Maschinenwesen.....	38
	Anhang der Studiengangdokumentation	40

1. Studiengangziele

Dieses erste Kapitel behandelt die grundsätzliche Zielsetzung des Masterstudiengangs Maschinenwesen. Es umfasst die übergeordnete Zielerläuterung und die wesentlichen Inhalte und Intentionen des Studiengangs. Des Weiteren wird die strategische Bedeutung des Studiengangs in Bezug auf die strategische Ausrichtung der Fakultät für Maschinenwesen und der Technischen Universität München (TUM) dargestellt.

1.1. Zweck des Studiengangs

Der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland arbeitet als Innovationstreiber täglich an Lösungen für die Herausforderungen der Zukunft. Vor dem Hintergrund des digitalen Wandels entwickeln hoch qualifizierte Ingenieurinnen und Ingenieure Lösungen unter anderem in den Bereichen der Industrie 4.0, der effizienten Prozesse und ressourcenschonenden Produktion. Der Masterstudiengang Maschinenwesen hat das Ziel, diese Ingenieurinnen und Ingenieure in den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen und daran anknüpfend, in entsprechenden Kernfächern der Ingenieurwissenschaften auszubilden und so auf die Herausforderungen im Beruf vorzubereiten, damit sie in der Lage sind, solche Lösungen zu generieren.

Der übergeordnete Zweck des Masterstudiengangs Maschinenwesen ist es, die im Bachelorstudium erworbenen Fach- und Methodenkenntnisse weiter in den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen, Methoden und Kernfächern zu vertiefen, die für eine Lösungsentwicklung essentiell sind. Studierende werden auf Basis ihrer erworbenen Grundlagenkenntnisse in ihrer wissenschaftlichen Forschungskompetenz und in ihrem individuell gewählten, spezifischen Fach- und Methodenwissen weiter ausgebildet. Durch eine interdisziplinäre Ausbildung in anderen Ingenieursdisziplinen (z. B. Elektrotechnik und Informationstechnik, Informatik) oder in den Naturwissenschaften (z. B. Physik, Chemie) kann eine in die Tiefe gehende individuelle Schwerpunktsetzung erzielt oder ein branchenübergreifendes Wissen in der Breite ergänzt werden. Durch diese Module angrenzender Fachgebiete (wie Elektrotechnik und Informationstechnik, Informatik, Physik, Chemie) werden interdisziplinäre Kompetenzen sowie das Arbeiten in interdisziplinären Teams gestärkt. Die persönliche Entwicklung wird darüber hinaus durch die Lehr- und Lernmethoden in den Modulen der Forschungspraxis und Hochschulpraktika sowie ergänzend durch Angebote aus den Bereichen verschiedener Schlüsselkompetenzen gefördert. Ebenso vermittelt werden die interkulturelle Zusammenarbeit und Praxisbefähigung.

Im Mittelpunkt der Ausbildung steht zunächst der Erwerb eines vertieften ingenieurwissenschaftlichen Fach- und Methodenwissens. Bereichsübergreifende sowie anwendungsbezogene Module in den Forschungsbereichen der Fakultät für Maschinenwesen runden das Profil ab. Studierende haben so die Möglichkeit, innerhalb dieser Forschungsbereiche individuelle Schwerpunkte zu setzen. Diese Bereiche sind:

- Automotive

- Energie
- Luft- und Raumfahrt
- Materialien
- Mechatronik
- Medizintechnik
- Produktion und Logistik
- Verfahrenstechnik

Der Masterstudiengang Maschinenwesen unterscheidet sich wesentlich von den anderen sechs geplanten Masterstudiengängen der Fakultät. Während vier dieser sechs Studiengänge stark branchenspezifisch ausgerichtet sind (Master in Aerospace, Master in Automotive Engineering, Master in Energie- und Prozesstechnik, Master in Medizintechnik und Assistenzsystemen), wird im Masterstudiengang Maschinenwesen bewusst auf diese enge Branchenorientierung verzichtet. Die beiden weiteren Masterstudiengänge in Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau (EPM) sowie in Mechatronik und Robotik sind zwar – wie das Maschinenwesen – primär methodenorientiert und branchenübergreifend angelegt, verfolgen jedoch vollkommen andere Zielsetzungen: In EPM geht es in erster Linie darum, Expertinnen und Experten des produzierenden Gewerbes heranzubilden. Mechatronik und Robotik 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 (vgl. Kapitel 5.2 und Kapitel 9).

Demgegenüber bietet der Masterstudiengang Maschinenwesen ein hohes Maß an individuellen Gestaltungsmöglichkeiten jenseits aller Branchengrenzen. Die Ausbildung eines stark forschungs- und grundlagenorientierten Qualifikationsprofils ist in diesem Rahmen ebenso möglich wie die gezielte Kombination von Modulen unterschiedlicher Forschungsbereiche zur Erlangung eines sehr individuellen branchenübergreifenden oder -verbindenden Qualifikationsprofils. Welche Profile hier denkbar sind, ist in Kapitel 2 beispielhaft erläutert.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden innerhalb des Masterstudiengangs Maschinenwesen fachliche Schwerpunkte oder Branchenschwerpunkte in deutlich geringerem Umfang gesetzt als in den anderen Masterstudiengängen der Fakultät. Im Zentrum stehen stattdessen die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen, aus denen mindestens ein Drittel der Mastermodule zu wählen ist (vgl. Kapitel 6).

1.2. Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Schwerpunkte des Studiengangs entsprechen den Forschungsthemen der Fakultät für Maschinenwesen, die heute zu den erfolgreichsten Maschinenbau-Fakultäten weltweit zählt und seit einigen Jahren Spitzenplätze in den großen internationalen Forschungsrankings belegt (<https://www.mw.tum.de/die-fakultaet/rankings/>, Zugriff am 28.09.2018). Aus diesen Forschungsthemen (<https://www.mw.tum.de/forschung/>, Zugriff am 28.09.2018) leiten sich – dem an der Fakultät tief verwurzelten Anspruch folgend, Spitzenforschung und Lehre eng miteinander zu verzahnen – die Schwerpunkte in der Lehre ab.

Diese Schwerpunkte sind in den oben aufgelisteten Bereichen angesiedelt und erstrecken sich z.B. innerhalb des Bereichs Automotive von Fahrzeug- und Nutzungskonzepten über Antriebsstrang, Fahrerassistenzsysteme und den Einsatz neuer Materialien bis hin zur Optimierung der Produktion. Im Bereich Materialien wird zu den Eigenschaften und vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Materialien aller drei Hauptwerkstoffklassen (Kunststoffe, Metalle, Keramiken) geforscht, beispielsweise für den Bau weltraumtauglicher hochpräziser Antennen für die Satelliten-Navigation oder die sterile Fertigung von medizinischen Kunststoff-Bauteilen. In der Mechatronik liegt der Fokus auf der Analyse, dem Entwurf und der Konstruktion von aktiven Systemen, die durch die symbiotische Interaktion zwischen mechanischen Komponenten, Aktoren, Sensoren und deren Steuerung durch Computer ermöglicht werden. Wegweisende Anwendungsszenarien finden hier sich z.B. in der Luft- und Raumfahrt, im Automobilsektor, aber auch im Sports Engineering, der medizinischen Gerätetechnik und der Robotik.

Studierende des Masterstudiengangs Maschinenwesen können in diesem sehr offen angelegten und individuell gestaltbaren Studiengang ihren eigenen Weg einschlagen, um zum Innovationsfortschritt und zur nachhaltigen Verbesserung des Lebens und Zusammenlebens der Menschen beizutragen. Diese Ziele zu verfolgen, prägt das Grundverständnis aller Mitglieder der TUM (<https://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/leitbild/>, Zugriff am 08.06.2018). Das dafür nötige Wissen und die entsprechenden Kompetenzen werden künftigen Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren durch die vielfältige, von ingenieurwissenschaftlicher Spitzenforschung befruchtete Lehre an der Fakultät für Maschinenwesen vermittelt.

Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieure sorgen dafür, dass der naturwissenschaftlich-technische Fortschritt in Form konkreter technischer Anwendungen das Leben der Menschen erleichtert und bereichert. Die Forschenden der Fakultät für Maschinenwesen erkennen Verbesserungsbedarfe und entwickeln Methoden und Modelle, um zu entsprechenden Lösungen zu gelangen. Ihre Forschungsergebnisse fließen direkt in die Lehre im Masterstudiengang Maschinenwesen ein. Durch diesen Kreislauf (Ausbildung Studierender zu Praxisbefähigung und wissenschaftlichem Arbeiten – Forschung auf neuen Gebieten des Maschinen- und Anlagenbaus – Einbeziehung aktueller Forschungsergebnisse in die Lehre) wird gewährleistet, dass der Innovationsfortschritt auch künftig nicht zum Erliegen kommt.

Die Verbindung von Lehre, Forschung und Praxis ist ein wesentliches Fundament einer vertieften, sowohl anwendungsbezogenen als auch wissenschaftsorientierten Ausbildung im Masterstudiengang Maschinenwesen. Vielfach werden Forschungsprojekte und Lehrveranstaltungen in enger Zusammenarbeit mit der Industrie durchgeführt. Damit werden zum einen aktuelle Projekte in die Lehre zurückgespiegelt, zum anderen sichert dies eine sehr anwendungsnahe Lehre. Auf vielfältige Weise erhalten die Studierenden vertiefte Einblicke in die Praxis einer Ingenieurin und eines Ingenieurs und bereiten sich darauf vor, selbständig in diesem beruflichen Umfeld zu agieren.

Diese sehr anwendungsbezogene und gleichzeitig wissenschaftsorientierte Ausbildung hebt den Masterstudiengang Maschinenwesen einerseits vom grundlagenorientierten Bachelorstudium Maschinenwesen der TUM ab und unterscheidet sich aufgrund des hohen Praxisanteils andererseits von den übrigen Masterstudiengängen Maschinenwesen/Maschinenbau in Deutschland. Der Anteil internationaler Studierender von 28 Prozent (<https://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/die-tum-in-zahlen/studium/>, Zugriff am 08.06.2018) zeigt außerdem, dass der Masterstudiengang Maschinenwesen ein ebenso attraktives wie anspruchsvolles Programm für internationale Studierende ist.

2. Qualifikationsprofil

Das Qualifikationsprofil entspricht den Anforderungen des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmens - HQR) gemäß Beschluss vom 16.02.2017 der Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz. Gemäß dem HQR kann das Qualifikationsprofil für den Masterstudiengang Maschinenwesen anhand der Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen und (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität definiert werden. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in den entsprechenden Fachprüfungs- und Studienordnungen ausgeführt.

(i) Wissen und Verstehen:

Im Masterstudiengang Maschinenwesen erwerben die Studierenden grundlegendes ingenieurwissenschaftliches Fach- und Methodenwissen. Durch die Möglichkeit branchenspezifische Schwerpunkte zu setzen, eignen sie sich ebenso Kompetenzen zum Lösen komplexer Probleme in der jeweiligen Ingenieurdisziplin an sowie die Fähigkeit, über Fachgrenzen hinaus interdisziplinäre Herausforderungen zu bearbeiten. Sie werden so auf die sich stetig verändernden Anforderungen einer anspruchsvollen industriellen Tätigkeit oder eine Promotion vorbereitet. Die forschungsorientierte und anwendungsnahe Ausrichtung des insgesamt viersemestrigen Studiums bereitet die Studierenden auf ein lebenslanges Lernen und den Einsatz in Berufsfeldern des Maschinenwesens in der Industrie, dem Dienstleistungssektor oder dem öffentlichen Bereich vor.

Im Masterstudiengang Maschinenwesen kann über die vertiefte Beschäftigung mit Modulen aus der Säule „Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen“ sowie darauf abgestimmten Modulen aus der Säule „Kernfächer“ ein stark forschungs- und grundlagenorientiertes Qualifikationsprofil erlangt werden. So sind z. B. Spezialisierungen in den Materialwissenschaften ebenso denkbar wie in der Thermodynamik oder Fluidmechanik. Die beruflichen Einsatzmöglichkeiten reichen hier von der Forschungstätigkeit an einer Forschungseinrichtung bis hin zu entsprechenden Tätigkeiten in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in der Industrie.

Durch die gezielte Kombination von Modulen unterschiedlicher Forschungsbereiche haben Studierende darüber hinaus die Möglichkeit, sehr individuelle branchenübergreifende oder –verbindende Qualifikationsprofile zu entwickeln. So können Studierende z. B. Module aus dem Bereich der Logistik mit solchen aus dem Bereich der Energie oder Module aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrt mit solchen aus dem Bereich der Medizintechnik belegen. Mögliche individuelle Spezialisierungen, die darin erworbenen Fähigkeiten und die daraus resultierenden beruflichen Möglichkeiten sind in der folgenden Tabelle beispielhaft dargestellt.

Individuelle Spezialisierung	Erworbene Fähigkeiten	Berufliche Möglichkeiten
Logistik und Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Vertieftes Fachwissen im Bereich der Förder- und Materialflusstechnik • Energetische Planung, Auslegung und Bewertung von Logistiksystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Intralogistik- und Anlagenbaubranche • Beratung
Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Vertieftes Fachwissen im Bereich der Medizintechnik für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt • Planung und Auslegung von medizintechnischen Lösungen für die Luft- und Raumfahrt 	<ul style="list-style-type: none"> • Forschung und Entwicklung • Hersteller medizinischer Geräte

Tabelle 1: Mögliche individuelle Spezialisierungen

Je nach individueller Schwerpunktsetzung sind die Absolventinnen und Absolventen beispielsweise in der Lage, selbstständig den Energiebedarf von Logistiksystemen zu analysieren, diese entsprechend auszulegen und zu bewerten. Sie sind befähigt, Konzepte im Bereich der Förder- und Materialflusstechnik zu entwickeln und können so als Ingenieurin oder Ingenieur beratend oder planerisch tätig werden. Absolventinnen und Absolventen, die ihre Schwerpunkte in der Medizintechnik und der Luft- und Raumfahrt gesetzt haben, sind durch ihre erworbenen Kompetenzen beispielsweise 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 -ingenieur tätig zu sein. Beides – starke Grundlagenforschungsorientierung sowie branchenübergreifende oder -verbindende individuelle Kombinationen – ist in den Spezialmastern der Fakultät für Maschinenwesen in dieser Form nicht umsetzbar.

Mit den so erworbenen Kenntnissen und Kompetenzen sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage, anwendungsorientierte und wissenschaftliche Probleme des Maschinenwesens zu lösen. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen gleichermaßen über ein breites Wissen sowie über ein Wissen in ausgewählten Spezialbereichen. Der Master zielt dabei auf die Wissensverbreiterung, aufbauend auf den Bachelorstudiengang Maschinenwesen oder einen vergleichbaren Studiengang. Die Wissensvertiefung bildet dabei die Grundlage für die Entwicklung und Anwendung eigenständiger Ideen.

(ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen:

Das erlangte Wissen und die methodische Lösungsfindungskompetenz werden innerhalb des Studiums insbesondere in der Forschungspraxis und den Hochschulpraktika angewendet. Diese stellen wesentliche Bausteine zur weiteren Praxisbefähigung der Studie-

renden dar. Die Studierenden arbeiten sich im Rahmen der Forschungspraxis in ein Themengebiet des Maschinenbaus vertieft ein und werden dabei unter Anleitung einer Betreuerin oder eines Betreuers dazu befähigt, eine definierte Problemstellung mittels disziplinübergreifenden Lösungsansätzen und unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu bearbeiten. Die Absolventinnen und Absolventen sind somit in der Lage das erlangte Wissen und die methodische Lösungsfindungskompetenz, auch auf unübliche, neue oder hochkomplexe Probleme und Aufgabenstellungen anwenden bzw. zu transferieren. Sie sind zur Lösung der Probleme sowohl auf Basis anwendungsbasierter als auch grundlagenorientierter Methodik befähigt und können dabei neuere Entwicklungen sowie Konzepte und Methoden anderer Disziplinen 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 und sind in der Lage ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu kommunizieren.

Die Studierenden lernen technische Lösungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit sowie der gesellschaftlichen und ökologischen Auswirkungen zu bewerten. So sind die Studierenden nach Abschluss des Masterstudiengangs Maschinenwesen in der Lage, nicht nur neue Technologien und Lösungen zu entwickeln, wie z. B. einen innovativen Energiespeicher, 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 dem 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 werden. 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:

Aufbauend auf den Anforderungen (i) bis (iii) erhalten die Studierenden die Fähigkeit zum eigenständigen Erarbeiten von Lösungen in den stark interdisziplinär geprägten Ingenieursanwendungen. Durch die erlangten Fähigkeiten entsteht ein disziplinen- und bereichsübergreifendes Kompetenzprofil basierend auf grundlegendem Fach- und Methodenwissen des Maschinenbaus. Nach dem Absolvieren aller Master- und Ergänzungsmodule, der Hochschulpraktika und der Forschungspraxis sowie unterstützt durch das Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Vertiefung“ sind die

Studierenden in der Lage, eigenständig Methoden und/oder Modelle zur Lösung einer definierten Problemstellung im Rahmen ihrer Master's Thesis zu entwickeln und diese in wissenschaftlichen Diskussionen zu vertreten.

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

3. Zielgruppen

In diesem Kapitel werden die Zielgruppen des Masterstudiengangs Maschinenwesen analysiert. Die Analyse gibt Auskunft darüber, an wen sich der Studiengang richtet, welche Vorkenntnisse die Studienanfängerinnen und -anfänger haben sollten und wie viele Studierende pro Kohorte erwartet werden.

3.1. Adressatenkreis

Der Masterstudiengang Maschinenwesen richtet sich an Studierende mit Bachelorabschluss (oder gleichwertigem Abschluss) im Maschinenwesen/Maschinenbau, in den Ingenieurwissenschaften oder in einer verwandten Disziplin. Studienbewerberinnen und -bewerber 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. Neben den nationalen sind auch internationale Bewerberinnen und Bewerber willkommen, sofern sie über die notwendigen Fachkenntnisse sowie ausreichende Deutschkenntnisse verfügen.

3.2. Vorkenntnisse Studienbewerber

Erwartet wird ein grundlegendes Verständnis der Naturwissenschaft und Technik. Die erlernten Fähigkeiten aus dem Bachelorstudium umfassen das Erlernen und selbstständige Erarbeiten von Methoden und Zusammenhängen, insbesondere auch als Grundlage für die Forschung und Entwicklung. Die Studienbewerberinnen und -bewerber verstehen durch das im Bachelorstudiengang erlangte Fach- und Methodenwissen ingenieurwissenschaftliche Zusammenhänge und können diese physikalisch beschreiben und modellieren. Weiterhin können die Studienbewerberinnen und -bewerber diese Zusammenhänge hinsichtlich Plausibilität prüfen und bewerten.

Die Bewerberinnen und Bewerber sind durch den Bachelorabschluss auf die typische Forschungsarbeit im Masterstudiengang vorbereitet:

- (i) Vorarbeiten,
- (ii) Projektformulierung,
- (iii) Projektbearbeitung.

Darüber hinaus sind sie in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse und Zusammenhänge darzustellen, zu diskutieren und zu verteidigen, sowie Projektberichte schriftlich und mündlich zu erstellen.

Die Qualifikation für den Masterstudiengang Maschinenwesen setzt den Nachweis der Eignung voraus, die 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. Einzelne Eignungsparameter sind

- (i) vorhandene Fachkenntnisse aus dem Erststudium auf dem Gebiet des Maschinenbaus in Anlehnung an den Bachelorstudiengang Maschinenwesen der TUM und
- (ii) die Fähigkeit zu wissenschaftlicher bzw. grundlagen- und methodenorientierter Arbeitsweise.

Bei der Prüfung der vorhandenen Fachkenntnisse aus dem Erststudium auf dem Gebiet des Maschinenbaus werden die in den folgenden Fachgebieten erworbenen Kompetenzen zugrunde gelegt:

- Höhere Mathematik
- Technische Mechanik
- Maschinenelemente
- Werkstoffkunde des Maschinenbaus
- Thermodynamik

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 erscheint. Die Bewerberinnen und Bewerber können so ihre Eignung und Leistungsbereitschaft u.a. durch studienangewandte Berufsausbildungen, Praktika, Auslandsaufenthalte oder durch fachgebundene Weiterbildung begründen.

3.3. Zielzahlen

Im Zeitraum der jeweils letzten vier Kohorten nahmen bei einem Studienstart im Wintersemester durchschnittlich ca. 250 Studierende (WiSe14/15: 219; WiSe15/16: 280; WiSe16/17: 281 und WiSe17/18: 220) und bei einem Studienstart im Sommersemester durchschnittlich knapp 200 Studierende (SoSe15: 248, SoSe16: 196, SoSe17: 183, SoSe18: 163) ihr Studium im Masterstudiengang Maschinenwesen auf (siehe Abbildung 1). Gründe für die große Abweichung zwischen Bewerber- und anfängerzahlen sind neben den fehlenden formalen Voraussetzungen, die fehlende fachliche Eignung vor allem externer Bachelorabsolventinnen und -absolventen.

An der TUM Fakultät für Maschinenwesen haben sich die Anfängerzahlen im Masterstudiengang Maschinenwesen in den letzten Semestern wieder dem Niveau von 2014/15 angeglichen. Die Steigerungen zwischen SoSe 2015 und WiSe 2016/17 gehen mit großer Wahrscheinlichkeit auf den doppelten Abiturjahrgang in Bayern (2011) zurück, welcher der Fakultät einen enormen Zuwachs an Studienanfängerinnen und -anfängern im B. Sc. Maschinenwesen beschert hat.

Um die Attraktivität des Masterstudiengangs Maschinenwesen zu erhalten, wird der Studiengang neu strukturiert. Zudem werden gezielt interdisziplinäre Module aus dem Bereich der Elektrotechnik, der Informatik, der Physik und der Chemie eingebunden. Die Studierenden haben so die Möglichkeit nicht nur innerhalb des Maschinenbaus individuelle Schwerpunkte zu setzen, sondern erweitern ihr Fachwissen und ihre Methodenkompetenz auch über die Fachgrenzen hinaus. Sie lernen verstärkt interdisziplinär zu denken und erfolgreich in interdisziplinären Teams zu arbeiten.

Für den neu konzipierten Masterstudiengang Maschinenwesen wird daher eine Anfängerzahl von ca. 250 Studierenden pro Jahrgang angestrebt. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester. Ein Studienbeginn ist zum Sommer- und Wintersemester möglich. Mit ca. 250 Studierenden pro Jahrgang kann weiterhin ein angemessenes Betreuungsverhältnis zwischen Lehrenden und Studierenden – insbesondere in den anwendungsorientierten Modulen (z. B. Übungen der Wahlmodule und in den Hochschulpraktika) – gewährleistet werden.

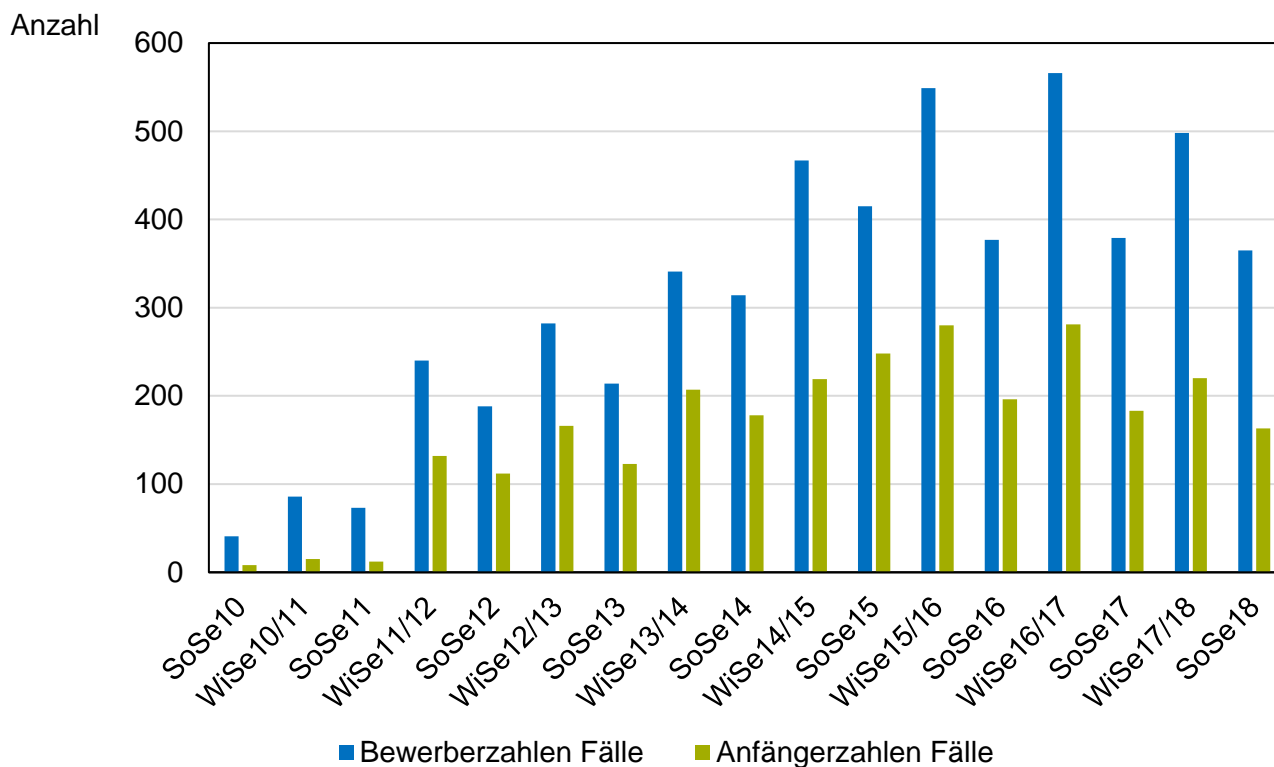


Abbildung 1: Vergleich von Bewerber- und Anfängerzahlen des M.Sc. Maschinenwesen

4. Bedarfsanalyse

Da der Masterstudiengang Maschinenwesen als vertiefter berufsqualifizierender 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.

Gemäß den Ergebnissen der VDMA-Ingenieurerhebung 2016 hatten 97 Prozent der befragten Unternehmen angegeben, dass die Zahl der im eigenen Unternehmen beschäftigten Ingenieurinnen und Ingenieure in den kommenden fünf Jahren zunehmen wird oder mindestens konstant bleibt (siehe https://www.vdma.org/documents/105628/16127854/1487671063509_Ingenieurerhebung_2016_Publikation.pdf/53b708ca-b149-4253-9714-3aec0e43e955, Seite 10, Zugriff am 22.05.2018). Die Ergebnisse zeigen, dass der Maschinenbau die gefragteste Fachrichtung im Ingenieurwesen ist (77 Prozent der Unternehmen). Die Befragten sind sich einig, dass bis 2021 der größte Bedarf an Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren im Bereich der Forschung, Entwicklung und Konstruktion bestehen wird. Selbst in den kleinsten Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten wollen zwei Drittel eine Expertin oder einen Experten für dieses Tätigkeitsfeld suchen. In diesem Tätigkeitsfeld – verknüpft mit Produktmanagement und technischem Vertrieb – bevorzugen die Unternehmen Ingenieurinnen und Ingenieure mit Masterabschluss.

Dieser Bedarf an Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren spiegelt sich auch im Ingenieurmonitor 2018 des Vereins Deutscher Ingenieure wider. Eine überaus positive Geschäftslage und optimistische Geschäftserwartungen der Unternehmen sorgen derzeit und auch in den kommenden Jahren für eine hohe Arbeitskräftenachfrage und eine extrem niedrige Arbeitslosigkeit auf dem Ingenieurarbeitsmarkt.

Diese Entwicklungen auf der Arbeitskräfteangebots- und -nachfrageseite verursachen eine Engpassrelation. Laut dem Ingenieurmonitor 2018 des Vereins Deutscher Ingenieure (1. Quartal 2018) kamen bundesweit auf 16.750 offene Stellen im Maschinenbau 4.310 arbeitslose Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieure (<https://www.vdi.de/presse/publikationen/publikationen-details/pubid/vdiw-ingenieurmonitor-1-quartal-2018/>, Seite 5-7, Zugriff am 28.06.2018).

Anhand der folgenden Zahlen – wie auch in Abbildung 2 ersichtlich – erkennt man, wie viele der Studierenden des Masterstudienganges Maschinenwesen erfolgreich ihr Studium abschließen. Vom Sommersemester 2010 bis Wintersemester 2017/2018 konnten jeweils durchschnittlich 205 Studierende ihren Masterabschluss an der Fakultät für Maschinenwesen der TUM erlangen. In den letzten drei Semestern liegt die Zahl – wesentlich bedingt durch den doppelten Abiturjahrgang von 2011 – sogar bei durchschnittlich 395 Absolventinnen und Absolventen. Mit über 400 Absolventinnen und Absolventen im Wintersemester 2017/2018 erreichte die Fakultät einen neuen Höchststand.

Die Fakultät für Maschinenwesen arbeitet somit in erster Instanz an der Deckung dieses Bedarfs an Maschinenbauingenieurinnen und -ingenieuren und trägt mit dem angebotenen Masterstudiengang Maschinenwesen zur Entspannung der beschriebenen Engpassrelation auf dem Arbeitsmarkt bei.

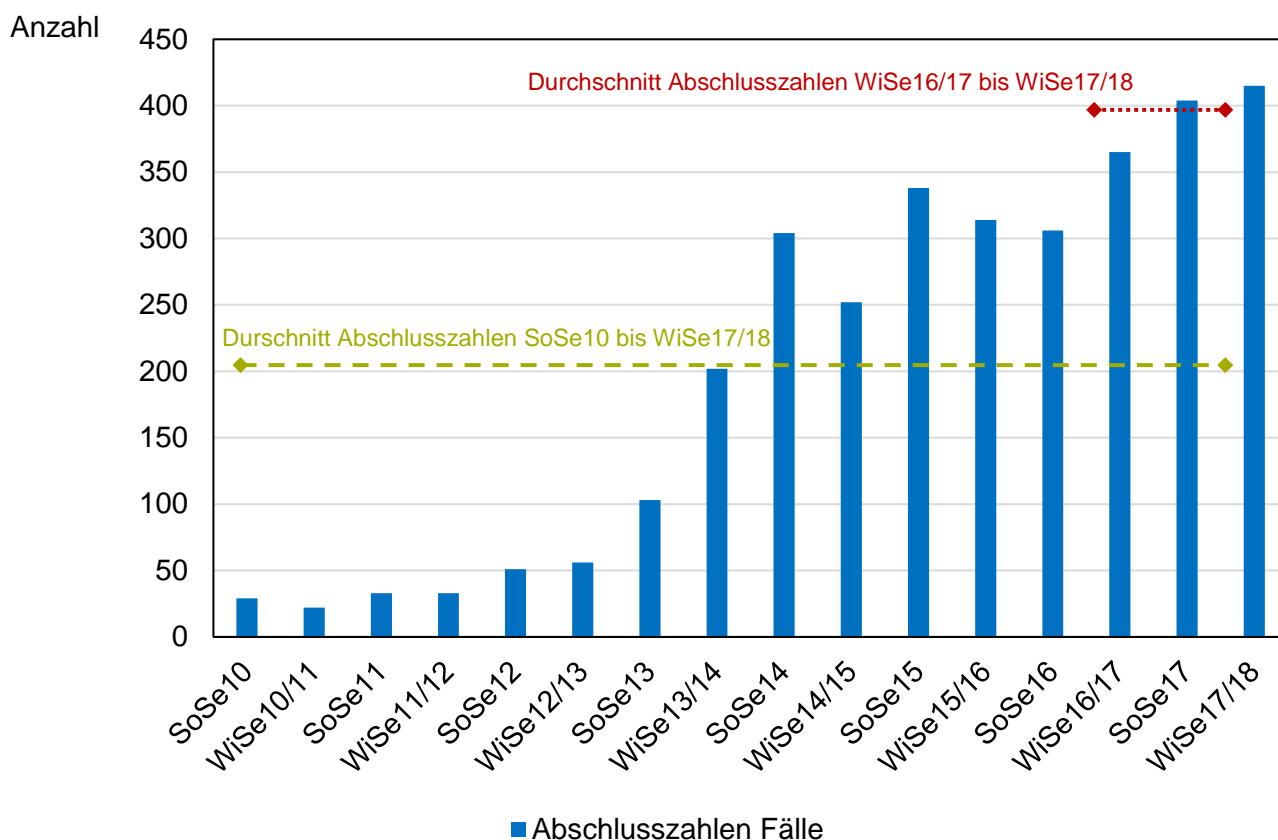


Abbildung 2: Abschlusszahlen des M.Sc. Maschinenwesen

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

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, Paderborn, Ilmenau, Bochum, Rostock, Darmstadt, Aachen, Duisburg-Essen, Magdeburg, Stuttgart, Erlangen-Nürnberg und Dortmund 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 – Mechanical an Process Engineering in einen Pflichtbereich und mehrere Wahlpflichtbereiche. Der Pflichtbereich umfasst das Modul Höhere Maschinendynamik, ein Tutorium/Laborpraktikum sowie zwei Forschungsprojekte. Der Wahlpflichtbereich beinhaltet eine Reihe an Vertiefungsmodulen aus dem Bereich Maschinenbau, Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Natur- und anderen Ingenieurwissenschaften sowie Kurse, die keinen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Schwerpunkt aufweisen (z. B. Humanwissenschaft). 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 Ma-

schienenbau und Module aus bis zu zwei Spezialisierungen (Medizintechnik, Mikrosystemtechnik, Simulationstechnik, Werkstofftechnik, Fluidtechnik). Der Studienplan wird nach individuellen Interessensprofilen der Studierenden durch Fächerkombinationen gestaltet und muss am Anfang des Studiums durch den Studienrichtungsbetreuer 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 (Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Werkstoff- und Produktionstechnik, Mikrotechnik, Gerätetechnik und Technische Optik, Energietechnik, Fahrzeug- und Motorentechnik, 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 Studienarbeit und die Master's Thesis 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 nichttechnische Wahlmodule, ein Hochschulpraktikum, eine Projektarbeit, ein Praktikum und schließlich die Master's Thesis absolviert werden.

Neben den genannten Universitäten bieten auch weitere Universitäten in Deutschland Masterstudiengänge im Maschinenbau/Maschinenwesen an, die das Bild weiter vervollständigen helfen. Sie sind beispielhaft in Anhang 1 der Dokumentation aufgeführt.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass sich der viersemestrige Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM von den genannten Studiengängen anderer Universitäten in Deutschland aus folgenden Gründen deutlich abhebt:

(i) 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. Diese Vertiefungsrichtungen sind mit Ausnahme der Technischen Universität Darmstadt in Anzahl und Angebot beschränkt. Innerhalb dieser Vertiefungsrichtung müssen dann Module aus einem vorgegebenen Katalog absolviert werden.

Der Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM hebt sich hier aufgrund der Kombinierbarkeit von Modulen unterschiedlicher Schwerpunktsetzung (grundlagenorientiert, branchenspezifisch oder branchenübergreifend) ab. Es werden keine festgelegten Ver-

tiefungsrichtungen oder Kombinationen vorgegeben. Die Studierenden haben auch während des Studiums die Möglichkeit, selbstständig Module aus für sie attraktiven Forschungsbereichen zu wählen.

(ii) Hohe Anwendungsorientierung

Der Masterstudiengang Maschinenwesen 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. Bei einem Studium in Darmstadt werden ähnlich wie in München keine konkreten Vertiefungsrichtungen festgelegt, jedoch muss das Pflichtmodul Höhere Maschinendynamik absolviert werden.

(iii) Flexibilität und Transparenz

Die Struktur des Masterstudiengangs Maschinenwesen ist aufgrund der Unterteilung der Mastermodule in vier Säulen 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 Fakultät für Maschinenwesen 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 dadurch noch gesteigert, dass auch Module anderer TUM-Fakultäten 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.

Mitbewerber in Österreich sind die Technische Universität Graz, die Technische Universität Wien und die Montanuniversität Leoben. Die ETH Zürich ist keine Mitbewerberin im engeren Sinne; sie bietet ihren Masterstudiengang „Maschineningenieurwissenschaften“ ausschließlich in englischer Sprache an.

Das Masterstudium Maschinenbau in **Graz** besteht aus Grundlagenfächern und Modulen einer fachspezifischen Vertiefungsrichtung, von denen die Studierende zwei wählen. Jede Vertiefungsrichtung beinhaltet Pflichtfächer und Wahlfachkataloge. Zusätzlich sind eine Laborübung und ein Freifach zu wählen. In **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 wählen im Anschluss aus einer gewählten Vertiefung Wahlfächer. Zusätzlich sind freie Wahlfächer zu erbringen.

Vergleiche im deutschsprachigen Raum kommen zu dem Ergebnis, dass die Studienstrukturen der genannten Masterstudiengänge in Graz, Wien und Leoben – und auch an der ETH Zürich – der Studienstruktur des TUM-Masterstudiengangs Maschinenwesen ähnlicher sind als die der oben skizzierten 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 ETCS vorgesehen. Dieser Wert wird von keiner der anderen Universitäten erreicht. Zudem sind die Studierenden in den oben genannten Studiengängen gehalten, 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“ werden Universitäten in ihren Fachbereichen nach ihren Lehr- und Forschungsleistungen bewertet. Laut „THE World“ belegt der Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM den Spitzenplatz in Deutschland und rangiert weltweit unter den besten 20 (https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2018/subject-ranking/engineering-and-IT#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats, Zugriff am 25.06.2018).

Das Konzept des neuen Masterstudiengangs Maschinenwesen der TUM ermöglicht den Studierenden auf Basis der Neustrukturierung des Wahlbereichs Mastermodule sowie der Ausweitung interdisziplinärerer Studienmöglichkeiten 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 weit über dem der genannten vergleichbaren Studiengänge. Das Angebot anwendungsorientierter Module ist an der TUM zudem sehr breit.

Neben diesem herausragenden Studienangebot zeichnet sich der Standort München durch eine hohe Lebensqualität und eine enorme Wirtschaftskraft aus. München ist Unternehmens- oder Niederlassungssitz vieler erfolgreicher, international tätiger Maschinenbauunternehmen (siehe <https://www.muenchen.de/service/branchenbuch/M/2582.html>, Zugriff am 09.08.2018). Damit bieten sich den Absolventinnen und Absolventen verschiedenste attraktive Einstiegs- und Entwicklungsmöglichkeiten in der Region (siehe Kapitel 2).

5.2. Interne Wettbewerbsanalyse

An anderen Fakultäten der TUM existieren keine vergleichbaren Studienangebote und auch von den anderen sechs geplanten Masterstudiengängen der Fakultät für Maschinenwesen (Aerospace; Automotive; Energie- und Prozesstechnik; Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau; Mechatronik und Robotik; Medizintechnik und Assistenzsysteme) unterscheidet sich der Masterstudiengang Maschinenwesen wesentlich.

Während vier der genannten Studiengänge branchenspezifisch ausgerichtet sind, zielt der Studiengang Maschinenwesen darauf ab, Studierenden ein hohes Maß an individuellen Gestaltungsmöglichkeiten jenseits aller Branchengrenzen zu eröffnen. Wie oben bereits ausführlicher dargestellt (siehe Kapitel 2), ist die Ausbildung eines stark forschungs- und grundlagenorientierten Qualifikationsprofils in diesem Rahmen ebenso möglich wie die gezielte Kombination von Modulen unterschiedlicher Forschungsbereiche zur Erlangung eines sehr individuellen branchenübergreifenden oder –verbindenden Qualifikationsprofils.

Studiengänge wie der Masterstudiengang „Energie- und Prozesstechnik“ sind branchenorientiert und zielen auf das Systemverständnis der Energietechnik (regenerativ und konventionell) und der Prozesstechnik (thermische-, chemische- und Bio-Verfahrenstechnik). Der Hybrid-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), Elektronik und Werkstoffe werden im Masterstudiengang „Automotive Engineering“ vermittelt. Der Studiengang „Medizintechnik und Assistenzsysteme“ fokussiert 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 Mechatronik und Robotik. 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 heranzubilden, 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 Mechatronik und Robotik 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 Industrie-sektoren übernehmen. Der Masterstudiengang Maschinenwesen verfügt damit innerhalb der TUM und darüber hinaus über ein Alleinstellungsmerkmal.

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 Credits beträgt 120. Sie werden modular erbracht und teilen sich folgendermaßen auf (siehe Abbildung 3):

- Wahlbereich Mastermodule: 60 Credits
- Wahlbereich Ergänzungsmodule: 9 Credits
- Wahlbereich Hochschulpraktika: 8 Credits
- Wahlbereich Schlüsselkompetenzen: 2 Credits
- Wahlbereich Forschungspraxis: 11 Credits
- Master's Thesis mit wissenschaftlich Arbeiten: 30 Credits

In jedem Semester sollen 30 Credits erlangt werden:

Semester	Module							Credits
1.	Mastermodul 1 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 2 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 3 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 4 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 5 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 6 (Wahl) 5 ECTS		30
2.	Mastermodul 7 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 8 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 9 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 10 (Wahl) 5 ECTS	Hochschul- praktikum 1 (Wahl) 4 ECTS	Hochschul- praktikum 2 (Wahl) 4 ECTS	SK* 2 ECTS	30
3.	Mastermodul 11 (Wahl) 5 ECTS	Mastermodul 12 (Wahl) 5 ECTS	Ergänzungs- modul 1 (Wahl) 3 ECTS	Ergänzungs- modul 2 (Wahl) 3 ECTS	Ergänzungs- modul 3 (Wahl) 3 ECTS	Forschungspraxis wiss. Ausarbeitung 11 ECTS		30
4.	Master's Thesis mit Seminar wiss. Ausarbeitung 30 ECTS							30

Erläuterungen:

*SK: Schlüsselkompetenzen

Mastermodule werden in der Regel mit einer schriftlichen Klausur mit einer Bearbeitungsdauer von 90 min abgeschlossen.

Ergänzungsmodule werden mit Prüfungsformen nach §41 der FPSO abgeschlossen.

Hochschulpraktika werden in der Regel mit einer Übungs- oder Laborleistung abgeschlossen.

Abbildung 3: Studienplan des M.Sc. Maschinenwesen

Die Unterrichts- und Prüfungssprachen sind Deutsch und Englisch. Die Master's Thesis kann in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden. Der Masterstudiengang Maschinenwesen ist durchgängig auf Deutsch studierbar. In den Wahlbereichen „Mastermodule“, „Ergänzungsmodule“ und „Hochschulpraktika“ finden, dem interdisziplinären Ausbildungsansatz der Fakultät für Maschinenwesen folgend, thematisch passende Module aus einer Vielzahl anderer Fakultäten der TUM Eingang. Auch die Studien- und Abschlussarbeiten können in einem klar definierten Rahmen außerhalb der Fakultät unter der Betreuung fachlich qualifizierter Prüfender angefertigt werden.

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

1. und 2. Fachsemester: Mastermodule, Hochschulpraktika und Schlüsselkompetenzen

Im ersten Studienjahr absolvieren die Studierenden in erster Linie Vorlesungen und Übungen aus dem Wahlbereich Mastermodule (Umfang je Modul: i.d.R. 5 Credits), über deren Besuch sie sich zügig die zentralen Inhalte ihres gewünschten Studienschwerpunkts aneignen und entsprechende fachliche Kompetenzen ausbilden. Ergänzt werden diese Module im 2. Fachsemester durch Hochschulpraktika (Umfang je Modul: i.d.R. 4 Credits), in denen die Studierenden lernen, unter Anleitung Lösungen zu anwendungsnahen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen aus ihrem Studienschwerpunkt zu erarbeiten.

Wahlbereich Mastermodule

Im Masterstudiengang Maschinenwesen stehen insgesamt 183 Mastermodule zur Auswahl. Sie sind in vier Säulen aufgeteilt (siehe auch

Abbildung 5 und

Abbildung 5):

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

In den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen sind Module im Umfang von mindestens 20 ETCS zu erbringen. Module, die zu den Kernfächern des Maschinenwesens gehören, können bis zu einem Umfang von maximal 40 ETCS eingebracht werden. Bis zu 15 Credits können jeweils aus der 3. und 4. Säule (Angrenzende Fachgebiete und Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung) absolviert werden

1. Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen

In den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen wird zum einen ein breites Grundlagenwissen vermittelt, zum anderen werden die entsprechenden methodischen Kompetenzen vertieft. So sind die Studierenden zum Beispiel nach Besuch des Moduls „Fertigungstechnologien“ in der Lage, verschiedene Fertigungsverfahren zu unterscheiden und die zugrundeliegenden Funktionsprinzipien zu erklären. Sie können technische und wirtschaftliche Berechnungs- und Bewer-

tungsmethoden anwenden, um einzelne Fertigungsverfahren zu vergleichen und Bauteile fertigungsgerecht auszulegen. Nach Teilnahme am Modul „Prozess- und Anlagentechnik“ sind die Studierenden in der Lage, verfahrenstechnische Produktionsanlagen zu verstehen und ingenieurwissenschaftliche Auslegungsmethoden anzuwenden. Außerdem können die Studierenden einfache verfahrenstechnische Anlagen analysieren sowie bewerten und daraus Schlussfolgerungen für andere verfahrenstechnische Produktionsprozesse und -anlagen ziehen. Im Modul „Turbomaschinen“ ist das Verstehen der grundlegenden Typen von Turbomaschinen zentral, sowohl in ihrer Funktion also auch in ihrer Anwendung. Die Studierenden verstehen das grundlegende Betriebsverhalten von Turbomaschinen und können das Verhalten in verschiedenen Anwendungen des Maschinenbaus einschätzen. Außerdem kann der Prozess der Energieumwandlung mathematisch beschrieben und berechnet werden.

1. Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	Angewandte CFD	Produktentwicklung und Konstruktion 2
	Arbeitswissenschaft	Moderne Methoden der Regelungstechnik 1
	Automatisierungstechnik II	Moderne Methoden der Regelungstechnik 2
	Bewegungstechnik	Multidisciplinary Design Optimization
	Dynamics of Mechanical Systems	Nichtlineare Finite-Element-Methoden
	Fabrikplanung	Nichtlineare Kontinuumsmechanik
	Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe	Prozess- und Anlagentechnik
	Fertigungstechnologien	Qualitätsmanagement
	Finite Elemente	Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme
	Fügetechnik	Technische Dynamik
	Gasdynamik	Thermische Verfahrenstechnik II
	Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar	Turbomaschinen
	Grundlagen elektrischer Maschinen	Turbulente Strömungen
	Kunststoffe und Kunststofftechnik	Verbrennung
	Maschinensystemtechnik	Wärme- und Stoffübertragung
Messsystem- und Sensortechnik im Maschinenwesen	Werkstofftechnik	

Abbildung 4: Übersicht über den Wahlbereich Mastermodule (Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen)

2. Kernfächer des Maschinenbaus

Die Kernfächer des Maschinenbaus knüpfen an die Ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen an und dienen dazu, gezielt Spezialwissen und entsprechende methodische Kompetenzen auf- und auszubauen. Wie im Qualifikationsprofil beschrieben, sind Absolventinnen und Absolventen zum

Beispiel dazu in der Lage, den Energiebedarf von Logistiksystemen zu bestimmen und zu bewerten. Die nötigen Kompetenzen werden u. a. in den Modulen „Planung technischer Logistiksysteme“ und „Elektrische Maschinen“ vertieft. Studierende mit einer Schwerpunktsetzung in Medizintechnik und Luft- und Raumfahrt beschäftigen sich u. a. mit „Automatisierungstechnik in der Medizin“ und Ergonomie in der Luft- und Raumfahrt. Studierende, deren Ziel ein grundlagen- und forschungsorientiertes Profil in den Materialwissenschaften ist, wählen wiederum Module wie „Zerstörungsfreie Prüfung“.

2. Kernfächer (Auszug)	Automatisierungstechnik in der Medizin	3. Angrenzende Fachgebiete (Auszug)	Advanced Topics of Software Engineering
	Elektrische Maschinen		Controlling
	Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung		Corporate Finance
	Grenzflächen und Partikeltechnologie		Echtzeitsysteme
	Industrielle Softwareentwicklung für Ingenieure 2		Einsatz und Realisierung von Datenbanksystemen
	Mechatronische Gerätetechnik		Foundations of Entrepreneurial & Ethical Business
	Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems		Grundlagen der Biophysik
	Motorthermodynamik und Brennverfahren		Grundlagen der Energiewirtschaft
	Planung technischer Logistiksysteme		Management Science
	Raumfahrzeugentwurf		Projektorganisation und -management in der Softwaretechnik
	Roboterdynamik		Satellite Navigation
	Software-Ergonomie		
	Solarthermische Kraftwerke		
	Vernetzte Regelungssysteme		
	Zerstörungsfreie Prüfung		
	Zulassung von Medizingeräten		

Abbildung 5: Übersicht über den Wahlbereich Mastermodule (Kernfächer und Angrenzende Fachgebiete (Auszug))

3. Angrenzende Fachgebiete

Diese Säule umfasst ausschließlich Module anderer TUM-Fakultäten (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 sind die Absolventinnen und Absolventen beispielsweise in der Lage mit Kenntnissen

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

4. Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung

Die Entwicklung der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen schreitet rasch voran. Zukunftsthemen wie Digitalisierung, Nachhaltigkeit und demographischer Wandel 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 die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ an. Die Studierenden haben innerhalb dieser Säule die Möglichkeit, die maximal 15 verbleibenden Mastermodul-Credits aus dem gesamten Mastermodulangebot der Fakultät für Maschinenwesen zu wählen. Darüber hinaus können auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule anderer Fakultäten der TUM und/oder in- und ausländischer Universitäten nach Rücksprache mit der/dem Studiengangverantwortlichen in die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden.

Indem Studierende bis zu drei ingenieurwissenschaftliche Mastermodule 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 keine inhaltliche Entsprechung im Mastermodulkatalog der Fakultät für Maschinenwesen gibt, können innerhalb der Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden. Der Wunsch, eigene inhaltliche Akzente zu setzen und ein eigenes Profil 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.

Wahlbereich Hochschulpraktika

Alle Masterstudierenden der Fakultät für Maschinenwesen wählen ihre Hochschulpraktika (8 Credits, i.d.R. 2 Module) aus einem gemeinsamen Modulkatalog, der aktuell 146 Module umfasst. Einen kleinen Teil davon (neun Module) importiert die Fakultät aus den Angeboten der Fakultäten für

Elektro- und Informationstechnik sowie für Medizin, um die Interdisziplinarität ihrer Ausbildung in den Masterstudiengängen zu stärken.

Die Hochschulpraktika dienen als Einführung in praktische ingenieurwissenschaftliche Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und sollen den/die gewählten Studienschwerpunkt/e inhaltlich sinnvoll ergänzen. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt erfolgt somit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungs- bzw. methodenorientierte Schwerpunktsetzung. Die Module haben i.d.R. eine Modulgröße von je 4 Credits, da sich der Workload der Praktika i.d.R. aus einem Praktikum mit 4 SWS (entspricht 60 Präsenzstunden bzw. 2 Credits) und 60 Eigenstudiumstunden (bzw. 2 Credits) ergeben. Vor dem Ziel einer sinnvollen Ergänzung der thematischen Schwerpunkte ist ein Modulumfang von insgesamt 8 Credits hinreichend, um die entsprechenden Qualifikationsziele des Masters zu erreichen. Die Aufteilung dieser 8 Credits 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 einschränken, sondern auch die Methodenausbildung.

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

- Grundlagen- und Forschungsorientierung:
 - Praktikum Finite Elemente (4 ECTS)
 - Praktikum Simulationstechnik (4 ECTS)
- Logistik und Energie:
 - Energietechnisches Praktikum (4 ECTS)
 - Simulation von Logistiksystemen (4 ECTS)
- Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik:
 - Gerätekunde Chirurgie und Innere Medizin (4 ECTS)
 - Technologiebewertung in der Luftfahrt (4 ECTS)

Nach erfolgreichem Abschluss der Praktika besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis über das Zusammenspiel zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und können mit diesen Lösungen zu realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus ihrem gewählten spezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- bzw. methodenorientierten Studienschwerpunkt entwickeln. Grundlagen- und forschungsorientierte Studierende können beispielsweise Softwarewerkzeuge, die sie im Rahmen der Praktika Finite Elemente oder Simulationstechnik kennengelernt haben, plattformunabhängig zur Lösung komplexer ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen nutzen. Im Bereich der Logistik und Energie erwerben Studierende spezifische Kompetenzen für die energetische Planung, Auslegung und Bewertung von Logistiksystemen. Sie sind in der Lage, Logistiksysteme hinsichtlich der elektrischen Leistung, des Verbrauchs und der verbauten Antriebssysteme zu bewerten. Studierende, die sich auf die Luft- und Raumfahrt und die Medizintechnik konzentrieren, können nach Teilnahme an den Praktika Methoden und Verfahren der privaten Luftfahrt in den Themengebieten Meteorologie, Human Factors, Technik, Luftrecht, Verhalten in besonderen

Fällen und Flugplanung anwenden. Dieses Wissen können sie mit den Kenntnissen über aktuelle medizintechnische Geräte und Instrumentenentwicklung kombinieren. Diese Kombination ist Grundlage dafür, z. B. medizintechnische Geräte für die Raumfahrt zu entwickeln.

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.

Wahlbereich Schlüsselkompetenzen

Abgerundet wird das erste Studienjahr des Masterstudiums durch die Wahl eines Angebots aus dem Wahlbereich Schlüsselkompetenzen (Umfang: 2 Credits). Je nach individuellen Bedürfnissen und Neigungen wählen Studierende aus einem der folgenden Angebote aus:

- Vom Zentrum für Schlüsselkompetenzen der Fakultät für Maschinenwesen angebotene Workshops und Trainings im Umfang von insgesamt 16 Stunden zur Stärkung der Selbst-, Sozial- und Methodenkompetenz der Teilnehmenden,
- von den Professuren der Fakultät für Maschinenwesen in Kooperation mit dem Zentrum für Schlüsselkompetenzen der Fakultät für Maschinenwesen angebotene Seminare (z. B. „Praxisnahe Soft Skills für mechatronische Projekte in Entwicklung und Produktion“ am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften). Der Erwerb von Soft Skills im Rahmen von Lehrstuhlangeboten an der Fakultät für Maschinenwesen erfolgt durch Fach-Seminare mit erweiterter Verzahnung zu Soft Skills Inhalten. Die Veranstaltungen sind dabei jeweils im vollen SWS-Umfang zu erfüllen (2 separate Studienleistungen),
- von den Professuren der Fakultät für Maschinenwesen angebotene Seminare wie das Seminar „Führung in der Praxis“ (Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie) in direkter Kooperation mit den Trainern vom Zentrum für Schlüsselkompetenzen der Fakultät für Maschinenwesen oder durch vom Zentrum für Schlüsselkompetenzen der Fakultät für Maschinenwesen geprüfte Konzepte sowie zielgruppenspezifische Trainer,
- ausgewählte Kurse der Carl von Linde-Akademie aus dem Bereich Ethik und Soziales (z. B. Ethik und Verantwortung – Eine Einführung in die Bioethik für Studierende der Naturwissenschaften; Ethics in Science and Technology - Introduction to Applied Ethics; Prototyping Neuro-Future through Science/Fiction),
- universitäre Sprachkurse in allen angebotenen Sprachen und auf allen Niveaustufen des europäischen Referenzrahmens.

Im Rahmen dieser Angebote haben Studierende die Möglichkeit, gezielt in den Bereichen Kompetenzen auf- und auszubauen, die sie für ihr weiteres berufliches Fortkommen für wichtig erachten. Dass für den Berufseinstieg neben fundierter Fachkompetenz auch Schlüsselkompetenzen zentral sind, ist unstrittig und wird regelmäßig über Unternehmensumfragen bestätigt. Siehe hierzu z. B. die im Mai 2015 veröffentlichte Umfrage „Kompetent und praxisnah – Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen“ des Deutschen Industrie- und Handelskammertags (DIHK) in Berlin (<https://www.dihk.de/themenfelder/aus-und-weiterbildung/schule-hochschule/hochschule>, Zugriff am 27.04.2018).

Die überfachlichen Aspekte des Qualifikationsprofils, welche die Absolventinnen und Absolventen dazu befähigen, eine qualifizierte Berufstätigkeit und zivilgesellschaftliches Engagement auszuüben sowie die Persönlichkeit zu entwickeln, erfolgt nicht allein im Bereich der Schlüsselkompetenzen. Vielmehr umfassen eine Vielzahl von Modulen, insbesondere im Bereich der Ergänzungsmodule, der Forschungspraxis und der Master`s Thesis, Elemente der Persönlichkeitsentwicklung. Hinzu kommt eine Vielzahl außercurricularer, studentischer Aktivitäten. Der Umfang von 2 Credits für das Modul Schlüsselkompetenzen ist angemessen, da zusätzliche, den Qualifikationszielen des Mastes entsprechende Skills, in einer Vielzahl weiterer Module und außercurricularer Aktivitäten adressiert sind.

Ergänzungsmodule wie „Unternehmensführung für Ingenieure“ versetzen die Studierenden nicht nur in die Lage, wichtige Gesichtspunkte der strategischen Ausrichtung eines Unternehmens zu verstehen. Sie lernen ebenso Handlungsweisen in verschiedenen Bereichen wie Personalwesen, Entwicklung oder Produktion. Nach der Teilnahme am Ergänzungsmodul „Lebens- und Karriereplanung für Ingenieur/innen“ wissen die Studierenden um ihre eigenen Kompetenzen, kennen mögliche Berufsperspektiven und Chancen für den Berufseinstieg in Wissenschaft und Wirtschaft und haben Wissen über unterschiedliche Karriereentwürfe in Wissenschaft und Wirtschaft sowie über die Gesetzeslage erlangt.

In Semesterarbeits- oder Master`s Thesis-Projekten sowie in studentischen Forschungsgruppen arbeiten internationale Studierendengruppen mit Unterstützung von Industrieunternehmen an Aufgabenstellungen des Maschinenbaus. Die studentische Forschungsgruppe „Hummingbird“ (<http://www.hummingbird.tum.de/index.php?id=5>, Zugriff am 09.08.2018) bearbeitet zum Beispiel verschiedenste Projekte in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Turbomaschinen und Flugantriebe. Prüfstände mit Kleingasturbinen unterschiedlicher Typen werden experimentell untersucht. Die Verbesserung und Entwicklung kleiner Gasturbinen bis hin zu einem Turboantriebswerkskonzept stehen dabei im Fokus. Zentral sind neben den rein fachlichen Aspekten die Teambildung und vernetztes Arbeiten sowie Förderung von globalem Denken und multikultureller Zusammenarbeit.

Darüber hinaus gibt es an der Fakultät für Maschinenwesen eine Vielzahl herausragender studentischer Initiativen wie TUfast e. V. (<http://tufast.de/>, Zugriff am 23.07.2018), einen mitgliederstarken studentischen Verein, dessen Eco Team 2016 einen neuen Energieeffizienz-Weltrekord in der Kategorie „Most efficient electric vehicle“ aufstellte. Das Racing Team ist mit seinen selbstkonstruierten Rennwagen regelmäßig in der Formula Student international erfolgreich. Auch das Hyperloop-Team der studentischen Gruppe WARR (<http://www.warr.de/de/>, Zugriff am 23.07.2018) war in jüngster

Zeit wieder in den Schlagzeilen <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/hyperloop-studenten-muenchen-1.4065819>, Zugriff am 24.07.2018): Es holte sich beim Hyperloop Pod Competition bei SpaceX in Los Angeles im Juli 2018 wie schon im Vorjahr den Preis für den schnellsten Pod, diesmal mit einer Höchstgeschwindigkeit von über 466 km/h. Der Tesla-Gründer und Wettbewerbsinitiator Elon Musk, der das Hyperloop-Konzept, einen Hochgeschwindigkeitszug, der sich mit annähernd Schallgeschwindigkeit in einer Röhre mit Teilvakuum fortbewegen soll, entwickelt hat, verfolgte die Fahrt der Münchner Kapsel vor Ort.

Eine weitere beeindruckende studentische Initiative, die aus der Fakultät für Maschinenwesen erwachsen ist, ist die IKOM (<https://www.ikom.tum.de/de/>, Zugriff am 03.08.2018). Sie organisiert seit über 30 Jahren Karriereforen und weitere kostenlose Veranstaltungen, um den persönlichen Kontakt zwischen Studierenden und Berufseinsteigerinnen und -einsteigern einerseits und Unternehmen andererseits zu fördern. Derzeit stellen die rund 100 ehrenamtlichen studentischen Mitglieder der IKOM jährlich eine große und drei kleinere, spezialisierte Messen auf die Beine: die IKOM, die IKOM Bau, die IKOM Life Science und die IKOM Start-Up. Die Karrieremesse IKOM ist weit über den Großraum München hinaus bekannt und mit über 300 Unternehmen und rund 15.000 Besucherinnen und Besuchern Deutschlands größte studentische Karrieremesse.

Als gänzlich studentische Initiative zeichnet sich die IKOM insbesondere durch hohe Professionalität und Leistungsbereitschaft, hohe Selbstständigkeit und starken Zusammenhalt aus. Studierende, die sich in der IKOM engagieren, übernehmen bereits während des Studiums ein hohes Maß an Verantwortung. Sie fördern ihre Organisations- und Kommunikationsfähigkeit und lernen, strukturiert im Team zu arbeiten.

Heimat dieser studentischen Initiativen ist die Fakultät für Maschinenwesen. Jede Initiative hat Anschluss an eine Professur im Maschinenwesen, die Anlaufstelle für fachliche und administrative Unterstützung ist und Infrastruktur (insbesondere Werkstattarbeitsplätze, Maschinen und Werkzeuge) zur Mitnutzung zur Verfügung stellt. Die Gruppen selbst sind Orte regen interdisziplinären und interkulturellen Austauschs, in denen sich Studierende unterschiedlichster Nationalitäten und Disziplinen – aus den Naturwissenschaften, der Informatik, den Ingenieurwissenschaften und den Wirtschaftswissenschaften – in Teams zusammenschließen, um gemeinsam an Projekten zu arbeiten und häufig die Teilnahme an hochkarätigen internationalen Wettbewerben vorzubereiten.

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 Sponsorsuche.

3. und 4. Fachsemester: Mastermodule, Ergänzungsmodule, Forschungspraxis und Master's Thesis

Im zweiten Studienjahr absolvieren die Studierenden zusätzliche Mastermodule, erweitern ihre fachlichen Kompetenzen durch die Wahl von drei Ergänzungsmodulen und werden über das Modul Forschungspraxis gezielt im eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten ausgebildet. Im Rahmen der Master's Thesis (mit Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Vertiefung“) erfährt diese Kompetenz eine weitere Vertiefung.

Wahlbereich Ergänzungsmodule

Charakteristisch für den umfangreichen Wahlmodulkatalog der Ergänzungsmodule (aktuell 189 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.

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

- Grundlagen- und Forschungsorientierung:
 - Seminar Strömungsphysik und Modellgesetze (3 ECTS)
 - Seminar Angewandte Mechanik (3 ECTS)
 - Dampfturbinen (3 ECTS)
- Logistik und Energie:
 - Logistik in der Automobilindustrie (3 ECTS)
 - Nachhaltige Energiesysteme (3 ECTS)
 - Energieträger für mobile Anwendungen (3 ECTS)
- Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik:
 - Bildgebende Verfahren, Nuklearmedizin (3 ECTS)
 - Operationelle Aspekte der Luftfahrt (3 ECTS)
 - Luft- und Raumfahrtmedizin (3 ECTS)

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 Ergänzungsmodule haben insgesamt einen Umfang von 9 Credits, wobei sich diese auf 3 Module zu je 3 Credits aufteilen. Diese Aufteilung begründet sich dadurch, dass den Studierenden innerhalb des Ergänzungsbereichs ein vielfältige Wahl ermöglicht werden soll, um den eigenen Interessen und Neigungen 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, die einen grundlagen- und forschungsorientierten Schwerpunkt gesetzt haben, besuchen beispielsweise Ergänzungsmodule wie das „Seminar Strömungsphysik und Modellgesetze“. In den Bereichen Logistik und Energie sind Themen wie „Nachhaltige Energiesysteme“ und „Logistik in der Automobilindustrie“ von Interesse. In der Spezialisierung Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik bieten sich Module wie „Luft- und Raumfahrtmedizin“ als lohnende Ergänzungen an.

Wahlbereich Forschungspraxis

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

Semesterarbeit

Durch die Teilnahme am Modul Semesterarbeit üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs und lösen eine definierte Problemstellung aus den selbst gewählten Forschungsbereichen. Die Semesterarbeit ist als eigenständige ingenieurwissenschaftliche Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein üblicherweise vorgegebenes Projekt in Einzelarbeit und wird hierbei von einer eigenen Prüferin/einem eigenen Prüfer hinsichtlich der Methodik und des Lösungsansatzes unterstützt. Sie/er führt zu Beginn der Arbeit in das Thema ein, stellt geeignete Literatur zur Verfügung und gibt Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung.

Das Modul Semesterarbeit knüpft an die Kompetenzen an, welche sich die Studierenden im Rahmen der Bachelor's Thesis 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 gestützt auf die relevante Fachliteratur zu beurteilen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von den Studierenden auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich interpretiert. Auf dieser Basis sind die Studierenden fähig, neue Beobachtungen und Erkenntnisse zu formulieren und in einer schriftlichen Ausarbeitung festzuhalten. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Am Ende des Moduls sind die Studierenden mit den Richtlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis vertraut. Sie sind 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“ ist hinsichtlich Inhalt, Methoden und Zielsetzung mit der Semesterarbeit weitgehend identisch. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass das Einzelprojekt der/des

Studierenden in einem größeren Projektzusammenhang angesiedelt ist, in dem mehrere Studierende unter Anleitung einer Prüferin/eines Prüfers parallel Teilaspekte eines Projekts bearbeiten. Dies eröffnet vermehrt Möglichkeiten zum fachlichen Austausch innerhalb des Projektteams, was fachliche Synergien mit sich bringen kann und zu einer weiteren Stärkung der sozialen Kompetenzen beiträgt. Der individuelle Beitrag jeder Studierenden und jedes Studierenden muss dabei eindeutig zuzuordnen sein und wird benotet.

Forschungspraktikum

Das Forschungspraktikum wird – wie Semesterarbeit und Teamprojekt – an einer Professur, die an der Fakultät für Maschinenwesen prüfungsberechtigt ist bzw. einer mit der Fakultät kooperierenden wissenschaftlichen Forschungseinrichtung erbracht. Ziel des Moduls ist es, dass Studierende unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen oder Mitarbeitern eine eigene ingenieurwissenschaftliche Problemstellung herausarbeiten und mögliche Lösungswege identifizieren. Diese können in der anschließenden Master's Thesis weiter bearbeitet werden. 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.

Pflichtmodul „Master's Thesis“ (mit Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Vertiefung“)

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 Ingenieurprojekt, das allerdings deutlich umfangreicher und anspruchsvoller ist als die Bachelor- bzw. Semesterarbeitsprojekte. Zwar steht auch hier eine Prüfende/ein Prüfender als Ansprechpartner/in zur Verfügung, auf eine weitestgehend eigenständige Bearbeitung des Projekts wird jedoch besonderen Wert gelegt. Die zu erbringenden Leistungen sind eine wissenschaftliche Ausarbeitung, die von einem Abschlussvortrag begleitet wird sowie die Teilnahme am Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Vertiefung“.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus den Forschungsbereichen des Masterstudiengangs 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 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, ohne Hilfestellung einer Betreuerin/eines Betreuers eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig zu verfassen und dabei die Richtlinien zur guten wissenschaftlichen Praxis anzuwenden. Das beinhaltet umfassende Kenntnisse bezüglich des wissenschaftssprachlichen Ausdrucks und der Zitierregeln, des Aufbaus der Arbeit sowie der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.

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

Im Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Vertiefung“ 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 Forschergruppen zu kennen, die weltweit an vergleichbaren Themen arbeiten, einen Überblick über die Forschungsdebatten zum Thema zu gewinnen und zielführend in die eigene Argumentation zu integrieren, die methodische Vorgehensweise im kritischen Spannungsfeld der Wissenschaft zu reflektieren sowie das wissenschaftliche Publizieren innerhalb der eigenen Forschergruppe nach Möglichkeit zu erproben.

Mobilitätsfenster

Studierende, die einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integrieren wollen, können dies grundsätzlich in allen Fachsemestern des Masterstudiums tun: Das vielfältige Angebot von Master- und Ergänzungsmodulen sowie Hochschulpraktika und Schlüsselkompetenzen, die zum Teil im Winter-, zum Teil im Sommersemester besucht werden können, die Forschungspraxis und die Master's Thesis, die auch bei einer Partnerinstitution im Ausland durchgeführt werden können, bringen die für den Auslandsaufenthalt nötige Flexibilität in den Studienplan.

Im Ausland erbrachte Leistungen im Bereich der Ergänzungsmodule werden auf Antrag beim Masterprüfungsausschuss der Fakultät für Maschinenwesen anerkannt, sofern kein wesentlicher Unterschied vorliegt. Für Mastermodule gibt es folgende Anerkennungsmöglichkeiten: Module mit einem Umfang von mindestens 5 Credits, für die im Mastermodulkatalog der Fakultät für Maschinenwesen äquivalente Module ermittelt werden können, werden – sofern noch keine Präzedenzfälle existieren – auf Antrag durch die fachlich zuständigen Lehrenden auf ihre Anerkennbarkeit hin überprüft. Existieren Präzedenzfälle, ist eine Überprüfung seitens der Lehrenden hinfällig. In diesem Fall entscheidet der Masterprüfungsausschuss auf der Grundlage einer Anerkennungsliste, die regelmäßig aktualisiert wird. Die Liste ist auf der Website der Fakultät für Maschinenwesen abrufbar: <https://www.mw.tum.de/studium/formulare-downloads/>

Module mit einem Umfang von mindestens 5 Credits, für die im Mastermodulkatalog der Fakultät für Maschinenwesen keine äquivalenten Module ermittelt werden konnten, können – nach Rücksprache – im Umfang von maximal 15 Credits in der Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ an-

erkannt werden. Auch für diese Module wird eine Anerkennungsliste geführt und veröffentlicht. Planen Studierende einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt, stehen ihnen an der Fakultät für Maschinenwesen folgende Optionen zur Verfügung:

- Ein ein- oder zweisemestriger ERASMUS-Studienaufenthalt an einer der derzeit über 80 europäischen Partneruniversitäten der Fakultät für Maschinenwesen,
- ein zwei- bis viersemestriges Double Degree-Studium an einer von derzeit zehn überwiegend europäischen Partneruniversitäten der Fakultät für Maschinenwesen, für welches sowohl der Master of Science (TUM) als auch der Abschluss der Partneruniversität verliehen wird,
- ein Studienaufenthalt bei einem universitären Kooperationspartner einer Professur im Maschinenwesen, 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.

7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Organisatorisch ist der Masterstudiengang Maschinenwesen an der Fakultät für Maschinenwesen angesiedelt. Der Großteil der Pflicht- und Wahlmodule wird durch das Lehrpersonal der Fakultät angeboten. Vor allem die Fakultäten für Chemie, Elektro- und Informationstechnik, Informatik, Physik und Wirtschaftswissenschaften stellen weitere Module für diesen Studiengang zur Verfügung.

Dezentrale Ansprechpartnerin für Studieninteressierte (Studienfachberatung) und bei Fragen zur Studienorganisation ist:

Frau Dr. Anna Reif
studienberatung@mw.tum.de
 +49 (0)89 / 289 - 15022
 Raum: MW 0026a

Zentral steht das Studierenden Service Zentrum (SSZ), Abteilung Studienberatung und Schulprogramme zur Verfügung.

Für das formale Bewerbungsverfahren ist das SSZ der TUM, Abteilung Bewerbung und Immatrikulation zuständig. Im Rahmen der fachlichen Eignungsfeststellung werden die Bewerberinnen und Bewerber betreut durch:

Frau Lisa Lauterbach
bewerbungen@mw.tum.de
 +49 (0)89 / 289 – 15697
 Raum: MW 0026a

Die Prüfungsorganisation obliegt dem Master-Prüfungsausschuss:

Schriftführerin: Frau Rosemarie Nadig
mpa@mw.tum.de
 +49 (0)89 / 289 - 15695
 Raum: MW 0012

Sachbearbeitung: Frau Maria Schottenheim
mpa@mw.tum.de
 +49 (0)89 / 289 - 15693
 Raum: MW 0011a

Frau Sarah Jean Reiner
mpa@mw.tum.de
 +49 (0)89 / 289 - 15694
 Raum: MW 0011a

Die zentralen Prüfungsangelegenheiten (Bescheide, Abschlussdokumentationen) liegen beim SSZ, Abteilung Zentrale Prüfungsangelegenheiten, Campus Garching.

Planen Studierende einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt, steht ihnen in den Zentralen Diensten – Studienangelegenheiten

Frau Saskia Ammon
saskia.ammon@mw.tum.de
+49 (0)89 / 289 - 15021
Raum: MW 2011

als Ansprechpartnerin zur Verfügung. 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 für einen Studienaufenthalt über TUMexchange liegt beim International Center der TUM.

Die Gesamtverantwortung sowie Koordination obliegt dem jeweils amtierenden Studiendekan. Seit dem 01.10.2016 ist dies Herr Prof. Dr.-Ing. Manfred Hajek. Er wird bei der Wahrnehmung der damit verbundenen Aufgaben unterstützt durch seine Referentin, Frau Dr. Ingrid Mayershofer (Tel.: +49 (0)89 / 289 - 15020; ingrid.mayershofer@mw.tum.de). Diese fungiert auch als Ansprechpartnerin für Studierende mit Behinderungen und chronischen Erkrankungen.

8. Entwicklung im Studiengang

Die Fakultät für Maschinenwesen hat im Lauf des Jahres 2017 beschlossen, ihr Masterstudiengangportfolio insgesamt zu verdichten, es internationaler, interdisziplinärer, flexibler und für Studieninteressierte transparenter zu machen und in noch größerem Umfang an den Zukunftsthemen auszurichten, an denen die TUM als Ganzes arbeitet.

8.1. Übersicht über die Neuerungen

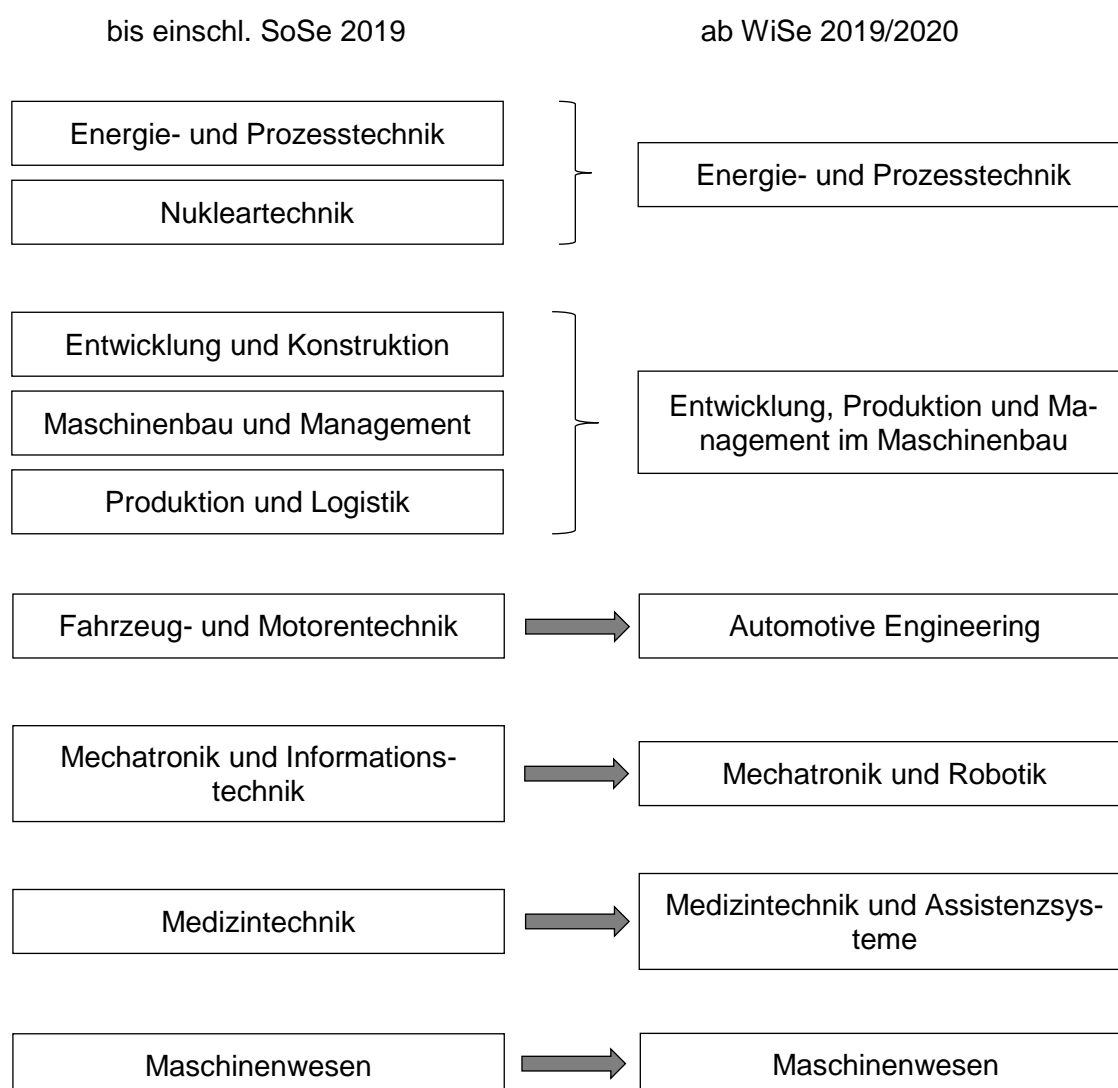


Abbildung 6: Darstellung der geplanten Neuerungen

Aus diesen Grundüberlegungen heraus – Verdichtung, Internationalisierung, Steigerung der Interdisziplinarität, Flexibilisierung und Transparenz, Ausrichtung an Zukunftsthemen – setzt die Fakultät zum Wintersemester 2019/20 folgende Neuerungen um:

1. Verdichtung des Studiengangportfolios von bislang zehn auf künftig sieben Masterstudiengänge. Zusätzlich einzurichtende Joint Degrees etc. bleiben hiervon unbenommen.
2. Internationalisierung des Studiengangs Aerospace durch Anlage als offenen Hybridstudiengang (studierbar auf Deutsch und / oder auf Englisch), mittelfristig Umstellung des Studiengangs Automotive Engineering auf offenen Hybrid sowie Ausweitung der Anerkennungsmöglichkeiten für alle Masterstudiengänge im Maschinenwesen über die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“.
3. Steigerung der Interdisziplinarität durch gezielte Weitung der Modulkataloge insbesondere in den Studiengängen Aerospace, Automotive Engineering, Energie- und Prozesstechnik, Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau, Mechatronik und Robotik sowie Medizintechnik und Assistenzsysteme.
4. Flexibilisierung und Individualisierungsmöglichkeiten über die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“.
5. Mehr Transparenz für Studieninteressierte durch Gruppierung der zentralen Module in thematischen Säulen.
6. Fokussierung der Zukunftsthemen Gesundheit und demographischer Wandel, nachhaltige Energieversorgung, nachhaltige Mobilität sowie ganzheitliches, an der fortschreitenden Digitalisierung ausgerichtetes Engineering des Produktentstehungsprozesses.

8.2. Entwicklung im Studiengang Maschinenwesen

Der Masterstudiengang Maschinenwesen bleibt seiner grundlegenden Linie treu, ingenieurwissenschaftliches Wissen und Kompetenzen im Maschinenbau zu vertiefen. Der neue Masterstudiengang Maschinenwesen ist vor allem durch eine deutliche Steigerung der Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit (siehe Neuerungen in Abschnitt 9.1) geprägt.

Mehr **Interdisziplinarität** und **Flexibilität** in der Ausbildung sind vonnöten, um Zukunftsthemen wie Digitalisierung, Nachhaltigkeit und demographischen Wandel als globale Herausforderungen bewältigen zu können. Hier greift das Konzept der neu eingeführten „Ingenieurwissenschaftlichen Flexibilisierung“. Innerhalb dieser Mastermodul-Säule haben die Studierenden die Möglichkeit, Module aus dem gesamten Mastermodulangebot der Fakultät für Maschinenwesen zu wählen. Darüber hinaus können auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule anderer Fakultäten der TUM (Elektro- und Informationstechnik, Physik, Wirtschaftswissenschaften etc.) und/oder in- und ausländischer Universitäten nach Rücksprache mit der/dem Studiengangverantwortlichen eingebracht werden. In den ersten zwei Säulen, Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen und Kernfächer des Maschinenbaus, vertiefen die Studierenden ihr Grundlagenwissen der Ingenieurwissenschaften, erlangen Spezialwissen und bauen entsprechende Kompetenzen aus. In der dritten Säule „Angrenzende Fachge-

biete“ wählen Studierende ausschließlich Module anderer TUM-Fakultäten, die das erworbene Wissen durch Kompetenzen, die der Maschinenbau alleine nicht abdecken kann, sinnvoll erweitern und ergänzen.

Die Interdisziplinarität und Flexibilisierung des Masterstudiengangs Maschinenwesen wird dadurch gesteigert, dass die Anerkennung von ingenieurwissenschaftlichen Modulen erleichtert wird, die an anderen in- und ausländischen Hochschulen erbracht wurden. Dies trägt zusätzlich zu einer Steigerung der **Internationalität** des Studiengangs bei.

Im Masterstudiengang Maschinenwesen der TUM ist insbesondere die Vielfalt an Modulen und die große Wahlfreiheit (**Individualisierbarkeit**) hervorzuheben. Studierende können Module, die auf Tätigkeiten in unterschiedlichen Branchen vorbereiten, individuell kombinieren. In den anderen Masterstudiengängen im Maschinenwesen ist dies nicht umsetzbar. Masterstudierende im Studiengang Maschinenwesen erhalten so nach individuellem Interesse vertiefte Kenntnisse in ihren gewählten Schwerpunkten und erarbeiten sich ein individuelles Qualifikationsprofil. Hervorzuheben ist zudem die hohe Anwendungsorientierung, die im Vergleich mit anderen universitären Maschinenbau-Masterstudiengängen in Deutschland einzigartig ist.

Insgesamt ist auf diese Weise ein Masterstudiengang entstanden, der sich durch eine hohe Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit auszeichnet. Der Masterstudiengang Maschinenwesen: Ein zukunfts- und wettbewerbsfähiger Studiengang, an dessen Weiterentwicklung wir kontinuierlich arbeiten: Let's engineer the future!

Anhang der Studiengangdokumentation

Anhang 1: Weitere innerdeutsche Mitbewerber (exemplarischer Überblick)

- Auch im Masterstudiengang Maschinenbau der Universität **Paderborn** legen die Studierenden zu Beginn eine Vertiefungsrichtung fest. In der Vertiefung müssen die dort verankerten Module belegt werden. Außerdem absolvieren die Studierenden eine Projektarbeit und eine Studienarbeit.
- Der Studienaufbau des Masterstudiengangs der Universität **Magdeburg** teilt sich in Module im Pflicht-, Wahlpflicht-, Wahl- und Projektbereich ein. Der Wahlpflichtbereich ermöglicht im Rahmen der gewählten Studienrichtung (z. B. Konstruktion und Berechnung) individuellen Interessen nachzugehen.
- In Dortmund ist das Studium dreisemestrig. Es werden neben Pflicht- auch Wahlpflichtmodule, außerfachliche Module, eine Projektarbeit und eine Laborarbeit absolviert. Die Wahl einer Vertiefung (z.B. Maschinentechnik) ist für alle Studierenden obligatorisch.
- Die Studiendauer des Masterstudiengangs Maschinenbau an der Technischen Universität **Ilmenau** beträgt ebenfalls drei Semester. Neben einem verpflichtenden Projektseminar wählen die Studierenden eine verbindliche Studienrichtung (z. B. Kunststofftechnik) und erfüllen einen vorgegebenen Katalog an Modulen.
- Im ebenfalls 3-semestrigen Masterstudiengang Maschinenbau der Universität **Bochum** müssen die Studierenden drei Pflichtmodule als ingenieurwissenschaftliche Grundmodule erfüllen. Sie wählen dann eine ingenieurwissenschaftliche Vertiefung, in der Module aus einem vorgegebenen Katalog zu absolvieren sind. Zusätzlich wählen die Studierenden Module aus dem technischen und nichttechnischen Wahlbereich. Diese Struktur ist der des Masterstudiengangs Maschinenwesen der Universitäten **Rostock** und **Duisburg-Essen** vergleichbar.