

Studiengangdokumentation

Bachelorstudiengang Maschinenwesen

Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München

Stand: 16.10.2020

| | |
|---|--|
| Bezeichnung: | Maschinenwesen |
| Organisatorische Zuordnung: | Fakultät für Maschinenwesen |
| Abschluss: | Bachelor of Science (B.Sc.) |
| Regelstudienzeit (Credits, SWS): | 6 Semester (180 Credits, 137 SWS) |
| Studienform: | Vollzeit |
| Zulassung: | Eignungsfeststellungsverfahren |
| Starttermin: | WS 2017/18 mit Modifikationen für den Erstsemesterjahrgang 2020/21 |
| Sprache: | Deutsch |
| Studiengangs- verantwortliche/-r: | Prof. Dr.-Ing. Manfred Hajek |
| Ergänzende Angaben für besondere Studiengänge: | |
| Ansprechperson(en) bei Rückfragen: | Dr. Ingrid Mayershofer, Leitung Student Office; - 15020, ingrid.mayershofer@mw.tum.de |

Inhaltsverzeichnis

1. Studiengangziele
 - 1.1 Zweck des Studiengangs
 - 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

2. Qualifikationsprofil

3. Zielgruppen
 - 3.1 Adressatenkreis
 - 3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerberinnen und -bewerber
 - 3.3 Zielzahlen

4. Bedarfsanalyse

5. Wettbewerbsanalyse
 - 5.1 Externe Wettbewerbsanalyse
 - 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

6. Aufbau des Studiengangs

7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

1. Studiengangziele

1.1 Zweck des Studiengangs

In den Industrienationen ist die Wirtschaft innovationsgetrieben. Zentraler Innovationsmotor in Deutschland ist der Maschinen- und Anlagenbau. Er arbeitet an technischen Lösungen für die Herausforderungen der Zukunft. Exemplarisch seien hier genannt: abgasärmere Fahrzeuge, effizientere Produktionswege, Produkte für die alternde Gesellschaft. Engagierte und fachlich versierte Ingenieurinnen und Ingenieure spielen bei der Suche nach innovativen technischen Lösungen eine Schlüsselrolle. Diese Fachleute fundiert interdisziplinär auszubilden und sie dadurch in die Lage zu versetzen, passgenaue Lösungen für nahezu jede technische Anforderung zu erarbeiten, ist das übergeordnete Ziel des Maschinenwesen-Studiums.

Generell hat sich die Fakultät zum Ziel gesetzt, ihre Bachelor-Studierenden sowohl im Hinblick auf eine wissenschaftliche Forschungskompetenz als auch berufsbezogen und anwendungsorientiert auszubilden. Dies beinhaltet die Diskussion gegenwärtiger Forschungsfragen mit ihren methodischen Zugängen sowie das Nachdenken über Möglichkeiten und Grenzen des eigenen Tuns ebenso wie die Kompetenz, Projekte im Team professionell zu planen und gemeinsam durchzuführen.

Mit dem Bachelorstudiengang Maschinenwesen sollen naturwissenschaftlich–technisch interessierte und geeignete Studierende die Möglichkeit haben, die grundlegende Methoden- und Fachkompetenz eines Bachelor of Science im Maschinenbau zu erwerben. Diese beinhaltet vor allem ein grundlegendes natur- und ingenieurwissenschaftliches Fachwissen in Breite und Tiefe, die Kompetenz, fundiert wissenschaftliche Methoden anzuwenden, Forschungsbefähigung, Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit sowie Praxisbefähigung. Letztere zeigt sich vor allem in der Befähigung, in den verschiedensten Bereichen der produzierenden Industrie erfolgreich die Brücke zwischen der Forschung und Entwicklung einerseits und der Produktion andererseits schlagen zu können. Außerdem werden im Bachelorstudium die Grundlagen dafür gelegt, sich spezialisiert in einem Masterstudiengang des Maschinenbaus oder angrenzender Fachgebiete weiter zu bilden.

Die Studierenden lernen darüber hinaus, technische Lösungen unter den Gesichtspunkten ihrer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit sowie ihrer gesellschaftlichen und ökologischen Implikationen zu reflektieren. Unsere Absolventinnen und Absolventen sind demnach befähigt, Aufgaben in den maschinenbautechnischen Anwendungsgebieten unter Berücksichtigung der technischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen erfolgreich zu bewältigen. Ein

weiteres Ziel ist die Ausbildung und Förderung der sozialen Kompetenz sowie die Persönlichkeitsentwicklung.

Aus den beschriebenen Anforderungen resultiert, dass der Bachelorstudiengang Maschinenwesen zum einen den zunehmenden Bedarf an interdisziplinärer Ausbildung abdecken muss, zum anderen, dass – wie von der Industrie gefordert –, die Teamfähigkeit bei der inhaltlichen Zusammenarbeit in einem Projekt nicht nur in der Theorie gelehrt sondern auch praktisch trainiert werden muss. Um dies zu erreichen, hat die Fakultät für Maschinenwesen ihren Bachelorstudiengang grundlegend reformiert.

Erstmals wird in diesem Studiengang grundlegendes theoretisches Wissen in den Bereichen wahrscheinlickeitsbasierte Modellierung und Datenverarbeitung im Kontext des Maschinenwesens vermittelt. Ferner wird die sichere Handhabung von Softwarewerkzeugen wie MATLAB, Simulink, CAD, CAE und PDM gelehrt, die in nahezu allen Gebieten des Maschinenbaus in Forschung und Industrie eingesetzt werden.

Um das erlernte Methoden- und Modellwissen im Rahmen einer Teamprojektarbeit praktisch anzuwenden und zu vertiefen, wird ein Projektseminar eingeführt, welches nicht nur maschinenbautechnische Fachkompetenzen sondern auch die dazu nötigen Soft Skills in Theorie und Praxis vermittelt. Das Projektseminar kann alternativ zum bisher verpflichtend vorgeschriebenen Ingenieurpraktikum absolviert werden.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Ein Leitsatz der TUM lautet: „Die Technische Universität München (TUM) verknüpft Spitzenforschung mit einem einzigartigen Angebot für Studierende. Sie sucht Lösungen für die gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft: Gesundheit & Ernährung • Energie & Rohstoffe • Umwelt & Klima • Information & Kommunikation • Mobilität & Infrastruktur.“

(<https://www.tum.de/die-tum/>, Zugriff am 03.12.2018) Ferner ist dort zu lesen: „Die Wissenschaftler/innen der TUM leisten interdisziplinäre Spitzenforschung, ausgerichtet auf die zentralen wissenschaftlichen Fragestellungen unserer Zeit.“

In all diesen Forschungsfeldern ist der Maschinenbau seit seines Bestehens in Forschung und Lehre aktiv. Er trägt seit beinahe 200 Jahren erfolgreich zur Lösung von Problemen in diesen Bereichen bei. Selbst die Ernährung ist ein Maschinenbau-Thema: So wurden beispielsweise an der Fakultät jüngst Getränkebehälter für die Verwendung in der Senioren- und Krankenpflege

entwickelt, welche das getrunkene Volumen messen und über eine definierte Zeitspanne aufaddieren.

Der Bachelorstudiengang Maschinenwesen ist einer der zentralen grundständigen ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge, der auf zahlreiche Ingenieurberufe in den oben umrissenen Feldern vorbereitet. Ihm kommt deshalb bei der Ausbildung künftiger Generationen von Ingenieurinnen und Ingenieuren eine Schlüsselfunktion zu. Dem trägt auch die Lehrstrategie an der Fakultät für Maschinenwesen Rechnung, die hinsichtlich des Curriculums insbesondere vorsieht, dass es

- durch Lehrende und Lernende gemeinsam gestaltet und weiterentwickelt wird,
- die Studierenden sowohl in fachlicher als auch persönlicher Hinsicht reifen lässt und ihr wissenschaftliches Denken und Arbeiten fördert,
- problembezogen, fächerübergreifend sowie anwendungsorientiert angelegt ist.

Diesen Ansprüchen wird der reformierte Bachelorstudiengang gerecht. Das Curriculum ist durch Lehrende und Lernende gemeinsam gestaltet und entwickelt worden. Im Zentrum der Ausbildung steht zunächst der Erwerb eines fundierten Grundwissens in den Bereichen Mathematik, Mechanik und den Naturwissenschaften, das im Folgenden mit dem Basiswissen in maschinenbaueigenen Themen wie Werkstoffkunde oder Maschinenelemente verbunden und vertieft wird. Fachübergreifende sowie anwendungsbezogene Module im 5. und 6. Semester runden das Profil ab. Die persönliche Entwicklung wird durch die Lehr- und Lernmethoden in den Fachmodulen (u.a. Projektarbeit) sowie ergänzend über Soft Skills-Angebote gefördert.

In Bezug auf die Ausbildung im Maschinenbau sieht sich die Fakultät mit an der Spitze der einschlägigen deutschen Fakultäten. Interdisziplinäre Studiengänge wie der Bachelorstudiengang Ingenieurwissenschaften mit der Universität Salzburg und die Mitgliedschaft im Doppeldiplomprogramm „TIME“, das mit renommierten Partnern wie der École Centrale Paris, der Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid und der Kungliga Tekniska Högskolan in Stockholm durchgeführt wird, tragen zur Internationalisierung der Lehre – einem weiteren strategischen Ziel der Fakultät – wesentlich bei. Mit einem Anteil internationaler Studierender von 25,1 Prozent unter den Bachelorstudierenden (Stand WS 2017/18; <https://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/die-tum-in-zahlen/studium/>, Zugriff am 3.12.2018) sieht sich die Fakultät in ihrer Auffassung bestätigt, dass sie ein ebenso attraktives wie auch anspruchsvolles Programm für internationale Studierende anbietet.

In der Verbindung von Lehre und Forschung sehen wir ein wesentliches Fundament der akademischen Ausbildung an der Fakultät für Maschinenwesen. Alle Professorinnen und Professoren der Fakultät sind ausgewiesene Expertinnen und Experten auf ihren Gebieten und leiten richtungsweisende Forschungsprojekte im nationalen und internationalen Umfeld. Vielfach werden Forschungsprojekte in enger Kooperation mit der Industrie durchgeführt. Aktuelle Forschungsergebnisse werden in die Lehre zurückgespiegelt, und unsere Studierenden erhalten die Möglichkeit, in vielfältiger Weise an Projekten mitzuwirken. Die Verknüpfung von Forschung und Lehre zeigt sich auch auf der Ebene des Bachelorstudiengangs durch eine besondere Betonung von forschungsorientierten Ansätzen und eigenständigen studentischen Forschungsleistungen etwa im Projektpraktikum und in der Bachelor's Thesis.

2. Qualifikationsprofil

Durch eine forschungsorientierte und praxisbezogene Ausrichtung des insgesamt sechssemestrigen Studiums werden die Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Maschinenwesen auf ein lebenslanges Lernen und einen Einsatz in typischen Berufsfeldern des Maschinenbaus in der Industrie, dem Dienstleistungssektor und dem öffentlichen Bereich vorbereitet. Ferner erwerben sich die Absolventinnen und Absolventen die wissenschaftliche Qualifikation für den Einstieg in einen Masterstudiengang des Maschinenwesens oder verwandter Studienrichtungen.

Wissen und Verstehen

Im grundlagenorientierten Teil des Studiums werden die Studierenden zunächst in die klassischen Naturwissenschaften Physik und Chemie sowie in die Mathematik und die Technische Elektrizitätslehre eingeführt. Zentral ist hierbei, ein Verständnis der wesentlichen Grundkonzepte der jeweiligen Disziplin zu erreichen, so dass die Studierenden selbständig in der Lage sind, entsprechende Prozesse sowohl qualitativ als auch mathematisch-quantitativ zu beschreiben und Gesetze beziehungsweise Formeln auf definierte Problemstellungen anzuwenden.

Ergänzt und ausgebaut wird dies durch maschinenbauspezifische Grundlagenfächer wie Technische Mechanik, Maschinzeichnen, Maschinenelemente, Produktionstechnik sowie die Informationstechnik. An Hand der Technischen Mechanik wird den Studierenden die Fähigkeit vermittelt zunächst auf abstrakt mathematischem Niveau mechanische Fragestellungen in

ingenieurwissenschaftlichen Problemen selbstständig zu formulieren und zu lösen. Im Rahmen der Grundlagen Maschinzeichnen und Maschinenelemente werden diese Kenntnisse nun auf komplexe Technische Zeichnungen übertragen, so dass die Studierenden in der Lage sind, Lösungen für eine fertigungs-, belastungs- und montagegerechte Konstruktion von Bauteilen zu erarbeiten, passende Maschinenelemente auszuwählen und auszulegen sowie mittels CAD-Systemen darzustellen. In der Einführung in die Produktionstechnik werden die grundlegenden Zusammenhänge von Fertigungsverfahren entlang einer Produktionslinie gelehrt. Neben der Vermittlung von elementaren Grundlagen der Informationstechnik (z. B. Rechnerarchitektur) sind die Studierenden ferner fähig, Echtzeitsysteme für vorgegebene Steuerungssysteme zu bestimmen und zu analysieren sowie in der Programmiersprache C den zugehörigen Programmcode zu entwerfen. Übergeordnet wird auf Basis der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Fähigkeit ausgebildet, ingenieurwissenschaftliche Probleme unter Berücksichtigung von Unschärfen zu modellieren.

Abgeschlossen wird das Grundlagenstudium mittels der Module Werkstoffkunde, Regelungstechnik, Fluidmechanik sowie Thermodynamik und Wärmetransport. Hier lernen die Studierenden unter Rückgriff auf das im ersten Studienjahr Erarbeitete, anhand konkreter Materialanforderungen eine Vorauswahl an geeigneten Werkstoffen zu treffen sowie definierte Werkstoffeigenschaften zu entwickeln. Darüber hinaus verstehen die Studierenden des Studiengangs nun, eine Maschine als thermodynamisches System zu beschreiben und können das System im Hinblick auf die dort stattfindende Wärmeübertragung analysieren sowie bewerten. Sie besitzen ferner die Fähigkeit zur Analyse technischer Strömungen und haben ein phänomenologisches Verständnis der Effekte von Reibung und Turbulenz entwickelt. Fähigkeiten zur Beschreibung, Analyse und Auslegung dynamischer aktiv beeinflusster Systeme werden in der Regelungstechnik intensiv geschult. Mit diesen fundierten Kenntnissen bezüglich der wissenschaftlichen Prinzipien, Theorien und Methoden sind die Studierenden in der Lage, spezifizierte Probleme des Maschinenbaus mit eindeutigem Lösungsweg erfolgreich zu bearbeiten.

Anwendung

Ingenieurwissenschaftliche Modelle und Methoden werden in der beruflichen Praxis zwar nach wie vor mittels klassischer Programmiersprachen umgesetzt. Zunehmend kommen aber auch Softwarewerkzeuge zum Einsatz, die eine anwendungsnahe Modellierung von technischen Aufgabenstellungen gezielt unterstützen. Im übergeordneten Sinne sind hier Geometrie-Softwaretools, Bibliotheken zur numerischen Mathematik, datenflussgesteuerte

Simulationssysteme sowie die signalgesteuerte Automaten simulation als Beispiele zu nennen. Aktuell wird dies im laufenden Bachelorstudiengang Maschinenwesen nur sehr vereinzelt und auf spezielle Fachgebiete bezogen gelehrt. Mit dem reformierten Bachelor wird nun ein fachübergreifendes Modul implementiert, in welchem die Grundlagen all dieser Systeme vermittelt werden. Studierende sind nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls in der Lage, ingenieurtechnische Aufgabenstellungen zu einem mathematischen Problem zu abstrahieren und hierzu den geeigneten Lösungsweg samt Diskretisierungsansatz und Auswahl numerischer Verfahren zu finden.

Bislang ebenfalls unterrepräsentiert ist die Projektarbeit, die künftig einen wesentlichen Baustein zur Berufsbefähigung unserer Bachelorabsolventinnen und –absolventen darstellen soll. Momentan gibt es kein Lehrformat, in welchem die unmittelbare Anwendung des gelernten Stoffes auf ein Produkt im Entwicklungs-, Konstruktions-, Fertigungs- oder QM-Prozess angewendet werden kann. Das neu einzuführende Projektseminar wird dazu dienen, diesen Gesamtprozess vorzustellen und sich in Teilaspekte vertieft einzuarbeiten. Die Studierenden werden dabei unter Anleitung in die Lage versetzt, die Grundlagen mit den dafür fachlich notwendigen Einzeldisziplinen zu verbinden und neuartige, disziplinübergreifende Lösungsansätze bis hin zum fertigen Produkt aufzuzeigen. Mit Hilfe der Bachelor- und Ergänzungswahlmodule sowie der Bachelorarbeit wird sowohl die branchenspezifische als auch fachdisziplinübergreifende Problemlösungs- und Synthesekompetenz technischer Systeme entwickelt. Bei den branchenspezifischen Schwerpunkten sind vor allem die Fahrzeugtechnik, die Luft- und Raumfahrt, die Medizintechnik sowie die Energietechnik zu nennen.

Fachdisziplinübergreifend seien beispielhaft die Mechatronik, die Verfahrenstechnik sowie die Produktion und Logistik genannt. Das Modul „Bachelor's Thesis“ umfasst neben der wissenschaftlichen Ausarbeitung einen Kurs zum wissenschaftlichen Arbeiten, der die Studierenden gezielt im Recherche- und Schreibprozess unterstützt.

Fähigkeiten

Mittels der verwendeten Lehrformen und -inhalte erwerben Studierende die grundlegenden Fähigkeiten zum Erlernen und eigenständigen Erarbeiten von weiteren Methoden und Zusammenhängen, insbesondere auch als Grundlage für die Forschung und Entwicklung in den stark interdisziplinär geprägten Ingenieursanwendungen. Durch die in den naturwissenschaftlichen und technischen Modulen erlangten interdisziplinären Kompetenzen und durch die begleitende Einarbeitung in den problemangepassten Einsatz von relevanten Softwarewerkzeugen sowie die Umsetzung des Erlernen in einem überschaubaren Abschnitt des

Produktentwicklungs- und Produktionszyklus, entsteht ein neues, disziplinen- und branchenübergreifendes Kompetenzprofil, bei dem die methodische Durchdringung aller Inhalte betont wird. Absolventinnen und Absolventen können die im Bachelor gelehrt Modelle und Vorhersagen hinsichtlich Plausibilität überprüfen und hinsichtlich physikalischer und modellierungsbedingter Unschärfen bewerten. Sie sind fähig zur Ableitung physikalisch-mathematischer Modelle und zur Erstellung geeigneter Simulationen.

Nach dem Absolvieren des Projektseminars und mit Unterstützung durch das Seminar „Wissenschaftlich Arbeiten“ haben die Studierenden die Fähigkeit erworben, mit einem gewissen Grad an Eigenständigkeit wissenschaftlich zu arbeiten und können unter Anleitung die Fragestellung für ihre Bachelor's Thesis herausarbeiten und einer Lösung zuführen. Dadurch sind die Absolventinnen und Absolventen auf die typische dreistufige Forschungsarbeit im Master 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.

3. Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Da es sich beim Bachelorstudiengang Maschinenwesen um ein klassisches und etabliertes grundständiges Studium im Maschinenbau handelt, sind Abiturientinnen und Abiturienten sowie beruflich Qualifizierte der gewünschte Adressatenkreis. Studienbewerberinnen und -bewerber müssen über eine geeignete Hochschulzugangsberechtigung beziehungsweise eine entsprechende berufliche Qualifikation verfügen und sollten ein vertieftes Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen und deren ingenieurwissenschaftlich fundierter Lösung mitbringen. Neben den nationalen sind auch internationale Bewerberinnen und Bewerber willkommen, sofern sie über ausreichende Deutschkenntnisse verfügen.

3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerberinnen und -bewerber

Erwartet wird ein grundlegendes Verständnis für naturwissenschaftlich-technische Zusammenhänge. In der Schule kann sich dies durch eine Schwerpunktsetzung in den Fächern Mathematik, Physik, Chemie, Biologie, Informatik beziehungsweise Natur und Technik äußern und

sollte durch überdurchschnittliche Noten in diesen Fächern belegt sein. Dies wird im Rahmen des Eignungsfeststellungsverfahrens überprüft, das sich an der Fakultät als sinnvolles Auswahlinstrument bewährt hat.

Die Fakultät erwartet von ihren Bachelorbewerberinnen und -bewerbern, dass sie auf gymnasialem Niveau in der Lage sind, die methodisch unterschiedlichen Fächerkulturen der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik zu verstehen und interdisziplinär zu denken. Sie sieht dies als notwendigen Ausgangspunkt für die erfolgreiche Fortführung der Naturwissenschaften und der Mathematik in den ersten beiden Semestern sowie als Grundlage für die dann folgenden Maschinenbaumodule. Bewerberinnen und Bewerber sollte zudem bewusst sein, dass sie sich mit der TUM für eine Universität entschieden haben, die im Maschinenbau großen Wert auf die Vermittlung von theoretischen Zusammenhängen und Modellen legt. Insofern sollten sie Interesse am aktiven und eigenständigen Erlernen und Erarbeiten unterschiedlichster ingenieur- und naturwissenschaftlicher Theorien besitzen und sich damit auch bewusst gegen eine University of Applied Sciences mit ihrem reaktiven Lehr- und Lernmodell entschieden haben.

Darüber hinaus müssen alle Bewerberinnen und Bewerber ein 8-wöchiges Vorpraktikum in der Fertigung gemäß den Vorgaben der Richtlinie zum Industriepraktikum (siehe FPSO, Anlage 2) abgeleistet haben, bevor sie ihr Studium aufnehmen. In begründeten Ausnahmefällen ist eine Stundung des Praktikums bzw. eines Teils des Praktikums möglich.

„Das Fertigungspraktikum“, so die Richtlinie, „dient der Einführung in die industrielle Fertigung und damit dem Vermitteln unerlässlicher Elementarkenntnisse. Der Praktikant/die Praktikantin soll unter der Anleitung fachlicher Betreuerinnen oder Betreuer die Werkstoffe in ihrer Be- und Verarbeitbarkeit kennenlernen und einen Überblick über die Fertigungseinrichtungen und -verfahren erlangen. Auch soll der Praktikant/die Praktikantin Einblicke in die Qualitätssicherung und Prüfung erhalten.“ (Richtlinie zum Industriepraktikum, S. 1). Im Rahmen des Vorpraktikums gewinnen die Praktikantinnen und Praktikanten zudem erste Einblicke in das soziale Gefüge eines Maschinenbauunternehmens; Einblicke, die für spätere Praktika sowie die berufliche Tätigkeit als Ingenieurin oder Ingenieur nützlich sind.

Mit dem verpflichtend vorgeschriebenen Vorpraktikum setzt die Fakultät zudem eine Übereinkunft um, die im Rahmen des „Fakultätentags für Maschinenbau und Verfahrenstechnik“ (<https://www.ftmv.de/>, Zugriff am 03.12.2018) getroffen wurde. Auf die Bedeutung des Fakultätentags im Zusammenhang mit der Ausgestaltung des Curriculums wird im Folgenden noch näher eingegangen (siehe Kapitel 5.1).

3.3 Zielzahlen

In den letzten vier Kohorten (WS13/14: 692, WS14/15: 638; WS15/16: 635 und WS16/17: 604) nahmen jeweils über 600 Erstsemester-Studierende ihr Studium in unserem Bachelorstudiengang Maschinenwesen auf. Für den Studiengang wird nach der Anlaufphase eine Anfängerzahl von ca. 700 Studierenden pro Jahrgang angestrebt. Die Regelstudienzeit wird sechs Semester betragen, ein Studienbeginn wird ausschließlich im Wintersemester möglich sein. Mit ca. 700 Studierenden pro Jahrgang kann ein angemessenes Betreuungsverhältnis zwischen Lehrenden einerseits und Studierenden andererseits – insbesondere für die Kleingruppenübungen – gewährleistet werden.

4. Bedarfsanalyse

Gemäß der VDI-Broschüre „Ingenieure auf einen Blick 2014“

([https://www.vdi.de/uploads/media/VDI Broschuere Ingenieure auf einen Blick 2014.pdf](https://www.vdi.de/uploads/media/VDI_Broschuere_Ingenieure_auf_einen_Blick_2014.pdf);

Zugriff: 03.12.2018) sind nach Aussage des VDI-Vorsitzenden etwa 80.000 Absolventinnen und Absolventen im Ingenieurbereich pro Jahr nötig, um den Wirtschaftsstandort Deutschland zu erhalten. Aktuell ist dieser Bedarf nicht gedeckt. Neben frisch ausgebildeten Kräften für traditionelle Ingenieurberufe in der produzierenden Industrie fehlt es auch an Ingenieurinnen und Ingenieuren, die an Hochschulen, im öffentlichen Dienst oder als Technologieberaterinnen und -berater tätig werden.

Da der Bachelorstudiengang Maschinenwesen als erster berufsqualifizierender Abschluss im Rahmen eines Bachelor-Master-Studiums im Maschinenwesen zu sehen ist, sind auf Grund der vorhandenen Schwerpunkte an der Fakultät bzw. im Bachelorstudium alle klassischen Ingenieur-Berufsfelder im Rahmen eines Produktentwicklungs- und Produktionszyklus (z. B. Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Qualitätsmanagement) als Berufsfelder denkbar. Ein Berufseinstieg kann aufgrund der branchenspezifischen Schwerpunkte der Fakultät insbesondere in folgenden Bereichen erfolgen:

- Automotive
- Energie
- Luft- und Raumfahrt
- Mechatronik

- Medizintechnik
- Produktion und Logistik
- Verfahrenstechnik

Betrachtet man jedoch die Zahlen, wie viele unserer eigenen Bachelorabsolventinnen und -absolventen als Erstimmatrikulierte in unsere Masterstudiengänge übergetreten sind –

| | | |
|---------------|-----|---------------------|
| zum WS 12-13: | 281 | (von 350 = 80,3 %) |
| zum SoSe13: | 209 | (von 304 = 68,75 %) |
| zum WS 13-14: | 285 | (von 431 = 66,12 %) |
| zum SoSe 14: | 254 | (von 326 = 77,9 %) |
| zum WS 14-15: | 346 | (von 513 = 67,44 %) |
| zum SoSe 15: | 398 | (von 503 = 79,12 %) |
| zum WS 15-16: | 363 | (von 541 = 67,1 %), |

so erkennt man, dass im Mittel etwa 72 % aller Absolventinnen und Absolventen bestrebt sind, an der Fakultät einen Master und somit eine vertieftes wissenschaftliches Studium zu beginnen (Quelle: TUM, ITSZ, Stand 11/16). Betrachtet man zusätzlich Wechsler an andere Fakultäten der TUM (z. B. Wirtschaftswissenschaften, Elektro- und Informationstechnik) sowie an andere Hochschulen fallen die Zahlen nochmals deutlich höher aus.

Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass ca. drei Viertel aller Absolventinnen und Absolventen im Bachelor an unserer Fakultät ausgebildet werden, um ein weiterführendes wissenschafts- und grundlagenorientiertes, interdisziplinäres Ingenieurstudium an oder außerhalb der TUM aufzunehmen. Die Fakultät für Maschinenwesen arbeitet somit in erster Linie an der Deckung des Bedarfs an wissenschaftlichem Nachwuchs auf Masterniveau für den Wirtschafts- und Technologiestandort Deutschland.

5. Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Derzeit existieren 32 Universitäten in Deutschland, die einen Bachelorstudiengang im Maschinenbau anbieten. Sie alle sind im „Fakultätentag für Maschinenbau und Verfahrenstechnik“ organisiert. Zweck des Vereins ist die Wahrnehmung gemeinsamer Interessen der Mitgliedsfakultäten in Angelegenheiten von Lehre, Forschung und akademischer Selbstverwaltung

sowie in den die Mitgliedsfakultäten betreffenden hochschulpolitischen Fragen. Dies geschieht durch gegenseitige Information, durch Beratung und Verabschiedung von Entschlüssen und Empfehlungen sowie durch Vertretung gemeinsamer Belange gegenüber Dritten. Eine Empfehlung ist die am 04.07.2002 getroffene „Empfehlung des Fakultätentages für Maschinenbau und Verfahrenstechnik für die universitäre Ausbildung im Studium des Maschinenbaus“ (<https://www.ftmv.de/wissenswertes/>, Zugriff am 03.12.2018). In ihr wird der curriculare Rahmen für einen Bachelorstudiengang festgelegt. Die Fakultäten melden in der Regel einmal jährlich, inwieweit sie mit ihrem Studiengang diesem Rahmencurriculum entsprechen. Daher ist es angemessen, den Bachelorstudiengang Maschinenwesen der TUM mit dem Rahmencurriculum zu vergleichen, um eine Aussage gegenüber dem übrigen Bachelorstudienangebot in Deutschland zu erhalten.

Zunächst sei festgestellt, dass jede Universität ihren Bachelorstudiengang in Übereinstimmung mit der Rahmenempfehlung gestaltet hat. Insofern besitzt auch die TUM einen klassischen Bachelorstudiengang Maschinenwesen gemäß dem Rahmencurriculum. Mit der Einführung der Pflichtmodule „Mathematische Tools“, „Modellierung von Unsicherheiten und Daten im Maschinenwesen“ und einer mehrwöchigen Projektarbeit geht die Fakultät weit über die Anforderungen des Fakultätentags hinaus und erweitert dadurch das etablierte Lehrportfolio entscheidend. Zum einen kommen stochastische Verfahren sowie Softwarewerkzeuge hinzu, zum anderen werden die Studierenden im Projektseminar typisch ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen aus dem Produktentwicklungs- und Produktionsprozess an Hand realer Projekte nachgehen. Durch diese Kombination erhält der TUM Bachelor Maschinenwesen deutschlandweit ein Alleinstellungsmerkmal.

Auch international sind bei den uns geographisch nahe gelegenen Maschinenbaufakultäten (Linz, Wien, Leoben, Graz, Zürich) keine vergleichbaren Module in dieser Kombination zu finden. Allenfalls die ETH Zürich bietet ein vergleichbares Projektpraktikum an, dort „Fokusprojekt“ genannt. Es beschränkt sich inhaltlich jedoch auf den Entwicklungsprozess. An der TU Wien ist im 4. Semester des Bachelorstudiums lediglich eine klassische, mathematisch geprägte Stochastik-Vorlesung zu finden.

Ungeachtet der inhaltlichen Bewertung stehen die vorhandenen Bachelorstudienprogramme im Maschinenwesen/Maschinenbau weder national noch international aufgrund des gegebenen Bedarfs (vgl. Kapitel 4) in unmittelbarer Konkurrenz.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Als interner vergleichbarer Studiengang kommt lediglich der Bachelorstudiengang Ingenieurwissenschaften der MSE in Betracht. Dieser ist allerdings inhaltlich grundlegend anders strukturiert, da er sich an Studienbewerberinnen und -bewerber richtet, die ein breit angelegtes ingenieurwissenschaftliches Grundlagenstudium suchen, ohne sich zu Studienbeginn auf eines der herkömmlichen Ingenieurfächer festzulegen. Durch dieses Studienangebot sollen in hohem Maße interdisziplinär interessierte Studierende gewonnen werden, die an den Schnittstellen der klassischen technisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen studieren, forschen und arbeiten wollen. Demzufolge ist die Anzahl der zu absolvierenden Module in den Bereichen Mathematik, Informationstechnik und Elektrotechnik im MSE-Studiengang Ingenieurwissenschaften vergleichsweise hoch und steht in keiner unmittelbaren Relation zum Maschinenbau-Curriculum.

Der Bachelorstudiengang Ingenieurwissenschaften (joint degree mit der Universität Salzburg) richtet sich in erster Linie an Bewerberinnen und Bewerber, die sich für ein ingenieurwissenschaftlich akzentuiertes naturwissenschaftliches Studium interessieren. In den ersten vier Fachsemestern in Salzburg beschäftigen sich die Studierenden ausschließlich mit Mathematik und Naturwissenschaften (Physik, Chemie) mit besonderem Fokus auf Materialwissenschaften. Das anschließende Studienjahr an der TUM dient der Vermittlung ingenieurwissenschaftlicher Grundlagen. Im siebten Fachsemester widmen sich die Studierenden ihrer Bachelor's Thesis und absolvieren hochschulintern Praktikumsversuche sowie ein externes Industriepraktikum.

6. Aufbau und Inhalt des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Bachelorstudiengangs Maschinenwesen beträgt sechs Semester, ein Studienbeginn ist ausschließlich im Wintersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden Credits beträgt 180, welche modular erbracht werden und sich folgendermaßen aufteilen:

- Pflichtmodule: 125 Credits
- Wahlmodule: 31 Credits
- Projektarbeit: 12 Credits
- Bachelor's Thesis: 12 Credits

Jedes Semester sollen 30 Credits erlangt werden. Die Unterrichts- und Prüfungssprachen sind Deutsch und Englisch, wobei letztere nur im Wahlbereich der Bachelor- und Ergänzungsmodulen, im Projektseminar sowie in der Bachelor's Thesis zulässig ist. Der Bachelor ist durchgängig auf

Deutsch studierbar. In den Wahlbereich „Bachelormodule“ finden Module aus drei weiteren Fakultäten der TUM (Wirtschaftswissenschaften, Elektro- und Informationstechnik und Chemie) Eingang, im Pflichtbereich sind es Module aus den Fakultäten für Mathematik, Elektro- und Informationstechnik, Physik und Chemie.

Die klassische Lehrform ist – sofern nicht anders angegeben – eine Vorlesung mit einer daran anschließenden Zentralübung. Kleingruppenübungen zur vertiefenden Einübung des Stoffes werden in CAD und Maschinzeichnen, Mathematik, Informationstechnik, Technische Mechanik, Thermodynamik und Wärmetransportphänomene, Regelungstechnik, Maschinenelemente, Fluidmechanik sowie Werkstoffkunde angeboten. Teile der Kleingruppenübungen in CAD und Maschinzeichnen werden als Praktikum angeboten. Die Studierenden überprüfen dabei ihre selbstgeschriebenen Programmsequenzen und deren Auswirkungen direkt am Rechner. Für die Technische Mechanik und die Maschinenelemente sind auf Grund der Komplexität der Aufgaben noch zusätzliche Sprechstunden eingerichtet, um auf die individuellen Fragen der Studierenden besser eingehen zu können.

1. und 2. Fachsemester

Betrachtet man die ersten beiden Semester des Bachelorstudiengangs (siehe Abb. 1 und Anlage 1), so zeigt sich, dass mit Ausnahme der Module „CAD und Maschinzeichnen“ und „Einführung in die Produktionstechnik“ alle Module an klassische Schulfächer anschließen und demzufolge auf schulischen Kenntnissen aufbauen und diese erweitern. Mathematisch werden zunächst lineare Gleichungssysteme, Vektoren und Matrizen wiederholt; in der Analysis werden die wesentlichen Punkte der Differential- und Integralrechnung behandelt. Dies ist einerseits Wiederholung des Schulstoffs, andererseits jedoch auf Grund neuer Notationen und Darstellungsweisen eine „neue Sicht“ auf bekannte mathematische Sachverhalte.

Auch in der Chemie (z. B. Atombau, Bindungen, chemische Reaktionen; Metalle, Nichtmetalle, organische Chemie) und der Physik (z. B. Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik) werden die wesentlichen Themen aus der gymnasialen Oberstufe wiederholt und zusammenfassend dargestellt. Ein zentrales Ziel ist es hierbei, die zu Studienbeginn erfahrungsgemäß sehr heterogenen Kenntnisse und Kompetenzen der Studierenden in Chemie und Physik auf ein einheitliches Niveau zu bringen. Um dies zu erreichen, erachtet die Fakultät Modulgrößen von kleiner 5 Credits (Chemie: 3 Credits, Physik: 4 Credits) als ausreichend.

Parallel dazu werden die Studierenden vertieft in die Elektrizitätslehre und die Technische Mechanik eingeführt. Während sich die Elektrotechnik mit den Grundlagen der Antriebstechnik

sowie der Elektronik befasst, werden in der Technischen Mechanik zunächst ruhende Körper in der Statik analysiert. Im Modul Informationstechnik werden die Grundlagen der Elektrotechnik mit denen der Informatik verknüpft und diese in Verbindung mit den Problemen des Maschinen- und Anlagenbaus gesetzt. Zusätzlich werden im ersten und zweiten Semester die Konstruktion und Produktionstechnik als wesentliche Tätigkeitsfelder des Maschinenbaus eingeführt. Dies geschieht über die Module „CAD und Maschinzeichnen“ und „Einführung in die Produktionstechnik“. Nach den ersten beiden Semestern sind die Studierenden in der Lage, eine technische Zeichnung zu erstellen, zu verstehen und zu analysieren sowie mittels eines CAD-Systems selbst zu erstellen. Außerdem verstehen sie grundlegende Schritte einer Produktionslinie, können Fertigungsverfahren charakterisieren und deren Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen, Auswahlkriterien von Qualitätsmanagementsystemen verstehen und Fertigungsverfahren in Bezug auf die Herstellung spezifischer Bauteilgeometrien bewerten. Abgerundet wird dieses erste Semester durch das Modul „Soft Skills im studentischen Umfeld“, in dem die Studierenden im Kleingruppenverband unter der Anleitung von studentischen Tutorinnen und Tutoren lernen, ihren Studienalltag zielführend zu organisieren und an einer großen Fakultät wie der unseren mit ihren über 4.000 Studierenden Fuß zu fassen.

Die Fakultät hat sich entschieden, vom ersten Semester an verpflichtende Angebote im Bereich „Soft Skills“ in den Studienplan aufzunehmen, denn soziale und persönliche Kompetenzen sind oft ausschlaggebend dafür, ob eine Absolventin oder ein Absolvent eingestellt wird oder nicht, während fachliche Qualifikation als selbstverständlich vorausgesetzt wird. Das belegt auch die im Mai 2015 veröffentlichte Umfrage „Kompetent und praxisnah – Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen“ (www.dihk.de/ressourcen/downloads/dihk-umfrage-hochschulabsolventen-2015.pdf; Zugriff: 03.12.2018) des Deutschen Industrie- und Handelskammertags (DIHK) in Berlin. Das Umfrageergebnis beruht auf der Auswertung von rund 2.000 Unternehmensantworten und bestätigt im Wesentlichen die bereits so im Jahre 2011 getroffenen Befunde.

Dem dort beklagten Mangel an sozialen und persönlichen Kompetenzen versucht die Fakultät für Maschinenwesen mit maßgeschneiderten Soft Skills-Angeboten zu begegnen. Bei diesen Angeboten handelt es sich nicht um klassische Vorlesungen, sondern um Workshops, bei denen das handlungsorientierte Lernen im Vordergrund steht.

Die Soft Skills werden in fünf Workshops mit einer Gruppenstärke von höchstens 15 Personen mittels selbstaktivierender Methoden trainiert. Behandelt werden unter anderem Themen aus den Bereichen Lern- und Motivationsstrategien, Zeit- und Projektmanagement, Selbst- und Produktpräsentation, Team- und Projektarbeit. Dazu sieht die Fakultät für Maschinenwesen den

Modulumfang von insgesamt 2 Credits als ausreichend an. Zum einen erreicht man damit die dem Modul zugeordneten Lernergebnisse sowie die Qualifikationsziele des Studiengangs, zum anderen orientieren sich die Veranstaltungen an Industriestandards und sind in dieser Qualität weithin anerkannt.

| | | | | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|--|--|--|
| 1 | Höhere Mathematik I 7 ECTS SWS: 5 VL, 2 Ü | Technische Mechanik I 6 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | CAD & MZ* | Informations-technik* | Techn. Elektr.lehre* | Physik 4 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | Chemie 3 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Soft Skills 2 ECTS SWS: 2 |
| 2 | Höhere Mathematik II 6 ECTS SWS: 5 VL, 2 Ü | Technische Mechanik II 6 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | CAD & Masch.zeichn 5 ECTS SWS: 2 VL, 2 Ü | Informationstechnik 8 ECTS SWS: 4 VL, 2 Ü | Techn. E.lehre 5 ECTS SWS: 4 VL, 2 Ü | Modellierung v. Unsicherheiten 5 ECTS SWS: 2 VL, 2 Ü | Produktionstechnik 3 ECTS SWS: 2 VL | |
| 3 | Höhere Mathematik III 6 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | Technische Mechanik III 7 ECTS SWS: 4 VL, 2 Ü | Maschinenelemente* | | Werkstoffe des Maschinenbaus I 5 ECTS SWS: 3 VL, 1 Ü | Thermodynamik 6 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | | |
| 4 | Regelungstechnik 5 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | Fluidmechanik I 6 ECTS SWS: 3 VL, 2 Ü | Maschinenelemente 15 ECTS SWS: 5 VL, 6 Ü | | | Werkstoffe des Maschinenbaus II 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Wärmetransportphänomene 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | |
| 5 | Bachelormodul 1 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Bachelormodul 2 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Ergänzungsmodul 1 3 ECTS SWS: 2 VL | Mathematische Tools 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Projektarbeit 12 ECTS (Projektseminar: 10 SWS) | | | |
| 6 | Bachelormodul 3 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Bachelormodul 4 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Bachelormodul 5 5 ECTS SWS: 2 VL, 1 Ü | Ergänzungsmodul 2 3 ECTS SWS: 2 VL | Bachelor's Thesis (mit wiss. Arbeiten) 12 ECTS | | | |

Mit * gekennzeichnete Module erstrecken sich über zwei Semester. Die SWS verteilen sich auf beide Semester.

Abb. 1: Semesterübersicht über das Bachelorstudium im Maschinenwesen

In der Mathematik im 2. Semester werden die wesentlichen Konzepte der Matrixfaktorisierungen sowie der mehrdimensionalen Analysis besprochen. Grundlage hierfür sind die im ersten Semester behandelten Themen. In der Technischen Mechanik wird erneut das Gebiet der ruhenden Körper, allerdings nun in der Elastostatik, untersucht. Dabei stehen zeitunabhängige Verformungen und Beanspruchungen von elastischen Körpern im Zentrum der Betrachtung.

In den Studienplan des neuen Bachelorstudiengangs Maschinenwesen wurde erstmals ein Modul „Modellierung von Unsicherheiten und Daten im Maschinenwesen“ aufgenommen. In diesem werden zum einen die Grundlagen der Mathematik der Wahrscheinlichkeitsrechnung wiederholt. Zum anderen wird vermittelt, wie ingenieurwissenschaftliche Probleme in Präsenz von Unsicherheiten beschrieben werden können und wie statistische Tests durchzuführen sind. Dies ist ein wesentliches Werkzeug zur Beschreibung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen

im Maschinenbau, z. B. der Wahrscheinlichkeit, dass ein Bauteil nach einer gegebenen Zahl von Lastzyklen und bekanntem Lastniveau versagt.

3. und 4. Fachsemester

Im 3. Semester wird der Zyklus der Mathematik- und der Technischen Mechanik-Vorlesungen abgeschlossen. In der Mathematik werden Fourierreihen und Fourier- und Laplacetransformationen behandelt, außerdem Lösungswege für Differentialgleichungen und Integraltransformationen dargestellt. Diese Art von angewandter Mathematik ist unter anderem für die Regelungstechnik wichtig, aber auch Phänomene wie Stabilität oder Dämpfung können mit diesen Instrumenten besser beschrieben werden. Für Amplituden- und Phasenfrequenzgänge in der Regelungstechnik/Mechatronik sind diese ebenfalls von Bedeutung. In der Technischen Mechanik werden nun die kinematischen Systeme betrachtet. Der Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung wird eingehend analysiert.

Die weiteren Pflichtmodule in diesen Semestern ruhen auf den im ersten Studienjahr gelegten Grundlagen auf. Auf Basis der bis dato erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen erarbeiten sich die Studierenden nun weiteres fachspezifisches Wissen auf den elementaren Gebieten des Maschinenbaus wie der Werkstoffkunde, den Maschinenelementen, der Strömungsmechanik, der Thermodynamik, der Regelungstechnik und dem Wärmetransport. Erst nach dem erfolgreichen Abschluss dieser grundlegenden mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Module sind die Studierenden – wie in Kapitel 2 dargelegt – in der Lage, den Anforderungen zu genügen, die branchenspezifische oder -übergreifende Bachelor- und Ergänzungsmodule wie Grundlagen der Verbrennungskraftmaschinen, Automatisierungstechnik oder Maschinendynamik stellen. Auch für die erfolgreiche Projektarbeit im 5. Fachsemester, die wahlweise in der Industrie als Ingenieurpraktikum oder als Projektseminar an der Fakultät für Maschinenwesen durchgeführt werden kann, sind die genannten Module eine unabdingbare fachliche Voraussetzung.

5. und 6. Fachsemester

Während das viersemestrige Grundlagenstudium aus Pflichtmodulen besteht, sind im Vertiefungsbereich (5. und 6. Semester) mit Ausnahme der Module „Mathematische Tools“ und „Bachelor’s Thesis mit wissenschaftlich Arbeiten“ nur Wahlmodule im Angebot. Den Kern des Vertiefungsbereichs bilden die sogenannten „Bachelormodule“. Derzeit stehen in diesem Bereich 38 Module zur Auswahl (siehe Abb. 2). Die Mehrzahl wird von Professorinnen und Professoren aus dem Maschinenwesen angeboten. Sieben Module sind Importmodule aus den Fakultäten für Chemie, für Elektro- und Informationstechnik und für Wirtschaftswissenschaften.

Die Studierenden wählen im Laufe des fünften und sechsten Semesters fünf Module aus und setzen dadurch persönliche Schwerpunkte, die als Vorbereitung auf ein weiterführendes Studium oder einen Berufseinstieg in einer bestimmten Branche des Maschinen- und Anlagenbaus dienen. Konkret eröffnen sich hierbei drei Möglichkeiten:

- Branchenspezifische Schwerpunktsetzung (z. B. Luft- und Raumfahrt)
- Grundlagenorientierte Schwerpunktsetzung (z. B. Numerische Simulation)
- Methodenorientierte Schwerpunktsetzung (z. B. Produktentwicklung, Mechatronik)

Bachelormodule Fakultät für Maschinenwesen

| Modulnummer | Titel | ECTS |
|-------------|---|------|
| MW1902 | Automatisierungstechnik | 5 |
| MW1903 | Bioverfahrenstechnik | 5 |
| MW1907 | Einführung in die Flugsystemdynamik und Flugregelung | 5 |
| MW1905 | Einführung in die Medizin- und Kunststofftechnik | 5 |
| MW2102 | Einführung in die Prozess- und Anlagentechnik | 6 |
| MW2372 | Einführung in die Vibroakustik | 5 |
| MW1908 | Einführung in die Werkstoffe und Fertigungstechnologien von Carbon Composites | 5 |
| MW2374 | Einführung ins Bioengineering: Biologisch inspirierte Materialentwicklung | 5 |
| MW1909 | Energiesysteme 1 | 5 |
| MW1910 | Fluidmechanik 2 | 5 |
| MW1990 | Grundlagen der Luftfahrttechnik | 5 |
| MW1913 | Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik | 5 |
| MW1914 | Grundlagen der Raumfahrt | 5 |
| MW1915 | Grundlagen der Turbomaschinen und Flugantriebe | 5 |
| MW1932 | Grundlagen der Ur- und Umformtechnik | 5 |
| MW1911 | Grundlagen des Kraftfahrzeugbaus | 5 |
| MW1916 | Grundlagen Verbrennungskraftmaschinen | 5 |
| MW1917 | Grundzüge der Werkstofftechnik (Werkstofftechnik 1) | 5 |
| MW1918 | Industrielle Softwareentwicklung für Ingenieure | 5 |
| MW2149 | Introduction to Wind Energy | 5 |
| MW1919 | Leichtbau | 5 |
| MW1920 | Maschinendynamik | 5 |
| MW1921 | Materialfluss und Logistik | 5 |
| MW1922 | Messtechnik und medizinische Assistenzsysteme | 5 |
| MW2292 | Modelle der Strukturmechanik | 5 |

| | | |
|--------|---|---|
| MW1925 | Numerische Methoden für Ingenieure | 5 |
| MW1926 | Produktentwicklung und Konstruktion | 5 |
| MW2156 | Spanende Fertigungsverfahren | 5 |
| MW1929 | Systemtheorie in der Mechatronik | 5 |
| MW1906 | Technologie und Anwendungen aktueller und zukünftiger Kernreaktoren | 5 |
| MW1930 | Thermische Verfahrenstechnik 1 | 5 |
| MW1931 | Thermodynamik 2 | 5 |
| MW2421 | Versuchsplanung und Statistik 1 | 6 |

Bachelormodule anderer Fakultäten

| Modulnummer | Titel | ECTS |
|-------------|--|------|
| EI0610 | Elektrische Antriebe - Grundlagen und Anwendungen | 5 |
| WI000219 | Investitions- und Finanzmanagement | 6 |
| WI001132 | Kostenrechnung für Wirtschaftsinformatik und NF | 6 |
| EI0628 | Leistungselektronik - Grundlagen und Standardanwendungen | 5 |
| CH0604 | Mechanische Verfahrenstechnik I | 5 |
| CH4114 | Reaktionstechnik und Kinetik | 5 |

Abb. 2: Bachelormodule des 5. und 6. Semesters im Bachelorstudiengang Maschinenwesen

Ergänzt wird der Modulkatalog der Bachelormodule durch einen Wahlmodulkatalog aus Ergänzungsmodulen. Diese Lehrveranstaltungen werden häufig von Lehrbeauftragten angeboten, die auf eine langjährige berufliche Praxis außerhalb der Universität zurückblicken, oder von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, die Einblick in spezielle Forschungsrichtungen geben. Die Ergänzungsmodule haben 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.

Die Studierenden wählen aus diesem Bereich zwei Module im Umfang von insgesamt sechs Credits. Im Angebot sind aktuell ca. 175 Module, die den Bereichen Energie- und Prozesstechnik, Entwicklung und Konstruktion, Fahrzeug- und Motorentechnik, Luft- und Raumfahrt, Maschinenwesen, Mechatronik, Medizintechnik, Produktion und Logistik sowie Nukleartechnik zuzuordnen sind.

Den Ergänzungsmodulen ist gemeinsam, dass sie nur aus einer zweistündigen Vorlesung ohne Übung bestehen. Das Konzept der Ergänzungsmodule ist in der Vergangenheit sowohl von den Studierenden als auch deren späteren Arbeitgebern gut aufgenommen und akzeptiert worden, da es sowohl ein individuelles Studium als auch fachliche Spezialisierung und Verbreiterung zulässt. Vor dem Hintergrund einer sinnvollen Ergänzung unserer thematischen Schwerpunkte reicht ein Modulumfang von je drei Credits aus, um einerseits die dem jeweiligen Modul zugewiesenen Lernergebnisse zu erzielen, andererseits um das dargelegte Qualifikationsziel des Studiengangs zu erreichen.

Pflichtmodul „Mathematische Tools“ im 5. Semester

Neu hinzugekommen ist auf Anregung der Studierenden wie der Lehrenden das Pflichtmodul „Mathematische Tools“. Im klassischen Berufsalltag einer Ingenieurin/eines Ingenieurs nehmen Softwarewerkzeuge immer mehr an Bedeutung zu. Selten werden heutzutage in der Industrie Modelle über bekannte Programmiersprachen entworfen, vielmehr wird eine anwendungsnahe Programmierung über Softwaretools gefordert. Um ingenieurwissenschaftliche Probleme überhaupt analysieren zu können, bedarf es zunächst der Kenntnisse und Fertigkeiten aus den ersten vier Semestern. Dieses Wissen im Zusammenspiel mit den im Modul „Mathematische Tools“ vorgestellten Routinen versetzt die Studierenden in die Lage, bei Bedarf eine problemorientierte Toolbox zu entwickeln, definierte Routinen aufzubauen und entsprechende Lösungen zu generieren.

Wahlmodul „Projektarbeit“ im 5. Semester

Im Wahlmodul „Projektarbeit“ steht es den Studierenden frei, entweder ein 9-wöchiges Ingenieurpraktikum außerhalb der Universität oder ein semesterbegleitendes Projektseminar an der Fakultät für Maschinenwesen zu absolvieren. Bei beiden wählbaren Optionen steht die methodisch fundierte und reflektierte praktische Arbeit an Ingenieurprojekten im Zentrum. Während das Ingenieurpraktikum grundsätzlich weltweit in der Industrie aber teilweise auch in öffentlichen Einrichtungen oder anderen Organisationen (z. B. TÜV, Dekra) durchgeführt werden kann – entscheidend sind hier die Interessen der Studierenden und die Regelungen, die in der Praktikumsrichtlinie niedergelegt sind –, wird das Projektseminar als Modul von Professuren im Maschinenwesen angeboten.

Um realitätsnahe, interdisziplinäre Projekte anbieten zu können, sind Kooperationen zwischen Professuren des Maschinenwesens und mit studentischen Gruppen wie TUfast e. V., Akaflieg München e. V. oder AkaModell München e. V. geplant. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des

Zentrums für Schlüsselkompetenzen, das an der Fakultät für die Soft Skills-Ausbildung der Studierenden verantwortlich zeichnet, werden ebenfalls am Projektseminar mitwirken und Beiträge zu Themen wie Teamarbeit, Projektmanagement und Präsentationstechniken leisten.

Zu Beginn des Projektseminars werden die Studierenden mit einer komplexen Ingenieuraufgabe konfrontiert, für die es keine Musterlösung gibt und die möglichst multidisziplinär ausgerichtet sein soll. Das Ergebnis der Projektarbeit sollen sie am Ende des Projektseminars zusammenfassen und in geeigneter Form vorstellen (Präsentation, Video). Das didaktische Konzept, das im Projektseminar Anwendung findet, lässt sich am besten mit dem Begriff „forschendes Lernen“ beschreiben. Dabei sind „die einzelnen Phasen des Forschungsprozesses wesentlicher Bestandteil studentischer Lernprozesse“. (https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_forschendes_lernen.pdf, Zugriff am 03.12.2018)

Im Seminar gilt es zunächst, sich im Team zu finden, gemeinsame Ziele zu formulieren und die Aufgabe als ein Projekt zu formulieren. Innerhalb dieses Rahmens arbeiten die Studierenden mit gezieltem Input seitens der Lehrenden, ansonsten allerdings eigenständig an ihrem Projekt. Dieses wird Teilprozesse des Produktentwicklungs- und Produktionszyklus wie Konzepterstellung, Entwicklung, Berechnung und/oder Fertigung umfassen. Wie im späteren Berufsleben stehen die Studierenden immer wieder vor neuen Problemen, für die sie innovative Lösungswege finden müssen, damit sie am Ende eine passgenaue Lösung vorstellen können.

Die Projektthemen können von Studierenden, Professorinnen und Professoren vorgeschlagen werden. In den Projekten sollen die Studierenden, betreut durch eine Professorin oder einen Professor, ihre theoretischen Kenntnisse des ersten bis vierten Fachsemesters in Teamarbeit und an offenen Aufgabenstellungen anwenden. Ausgehend von einer marktorientierten Problemstellung werden Teilprozesse des Produktentwicklungs- und Produktionszyklus realitätsnah durchschritten. Die Lernziele des Projektseminars sind:

- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Pflichtmodulen des 1. bis 4. Semesters,
- Stärkung der Befähigung, komplexe Probleme zu erfassen und Lösungsansätze zu entwickeln: Erfassen und Ergründen des Problems, Entwicklung eines tragfähigen Lösungsansatzes auch bei unscharfer Problemstellung, systematische Erhebung von Informationen,
- Stärkung der Befähigung, problembezogene Modelle zu bilden und in Simulationen umzusetzen,

- Erweiterung und Vertiefung von Fachwissen und
- Beherrschung und Anwendung von Ingenieur-Werkzeugen wie Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM etc.

Soft Skills werden insbesondere in folgenden Bereichen trainiert:

- Verbesserung der Sozialkompetenz: Teamorganisation, Teamarbeit im Projekt,
- Stärkung der Selbstkompetenz, vor allem der Entscheidungsfähigkeit, der Eigeninitiative, Kreativität, Verbindlichkeit und Kontaktstärke,
- Steigerung der Methodenkompetenz: Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung, selbständiges Erarbeiten neuer Lerninhalte sowie Methoden der Arbeitsorganisation.

Modul „Bachelor´s Thesis“ (mit Seminar „Wissenschaftlich Arbeiten“)

Im Seminar „Wissenschaftlich Arbeiten“ erhalten die Studierenden Informationen zur guten wissenschaftlichen Praxis und erlernen Arbeitstechniken, die sie bei der Erstellung ihrer ersten wissenschaftlichen Arbeit, der Bachelor´s Thesis, unterstützen. Behandelt werden die Grundtypen von Studienarbeiten, die Zusammenarbeit mit der Betreuerin/dem Betreuer, Literaturrecherche und richtiges Zitieren, Zeitmanagement, Wissenschaftliches Schreiben, English Writing sowie die Präsentation der Thesis.

Mit der Bachelor's Thesis demonstrieren die Studierenden, dass sie in der Lage sind, durch die eigenständige Durchführung eines Teilaspekts einer praktischen Forschungsarbeit ein Problem aus dem Bereich des Bachelorstudiengangs unter Berücksichtigung der fachlichen Ansätze und unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden eigenständig zu lösen. Im Abschlussvortrag zeigen die Studierenden, dass sie Vorgehen und Ergebnisse einem Fachpublikum strukturiert vorstellen können. Der erfolgreiche Abschluss der Bachelor´s Thesis ist der letzte Baustein auf dem Weg zum Bachelor of Science, der sowohl Grundlage für ein weiterführendes Studium als auch die berufliche Praxis ist.

Mobilitätsfenster

Sollten Studierende bereits im Bachelorstudium einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integrieren wollen, sind hierfür insbesondere die Fachsemester 5 und 6 geeignet: Das vielfältige Angebot von Bachelor- und Ergänzungsmodulen, die zum Teil im Winter-, zum Teil im Sommersemester besucht werden können, die Projektarbeit, die in Form eines Industriepraktikums weltweit erbracht werden kann und die Bachelor´s Thesis, die auch bei einer

Partnerinstitution im Ausland durchgeführt werden kann, bringen die für den Auslandsaufenthalt nötige Flexibilität in den Studienplan.

Im Ausland erbrachte Leistungen im Bereich der Ergänzungsmodule werden auf Antrag beim Bachelorprüfungsausschuss der Fakultät für Maschinenwesen anerkannt, sofern kein wesentlicher Unterschied vorliegt. Bachelormodule 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 Bachelorprüfungsausschuss auf der Grundlage einer Anerkennungsliste, die regelmäßig aktualisiert wird. Die Liste ist auf der Website der Fakultät für Maschinenwesen abrufbar unter Studium => Studierende => FAQs => Anerkennung von Prüfungsleistungen.

7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Organisatorisch ist der Bachelorstudiengang 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, Mathematik, Physik und Wirtschaftswissenschaften stellen einzelne weitere Module für diesen Studiengang zur Verfügung.

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

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

Zentral steht das TUM Center for Study and Teaching (CST), Abteilung Studienberatung und -information zur Verfügung.

Für das formale Bewerbungsverfahren ist das CST, Abteilung Bewerbung und Immatrikulation zuständig. Im Rahmen der fachlichen Eignungsfeststellung (Stufe 2) werden die Bewerberinnen und Bewerber betreut durch:

Frau Dr. Ingrid Mayershofer

bewerbungen@mw.tum.de

+49 (0)89 / 289 – 15020

Raum: MW 2013

Die Prüfungsorganisation obliegt dem Bachelor-Prüfungsausschuss:

Schriftführer: Herr Dipl.-Biol. Arno Buchner

arno.buchner@mw.tum.de

+49 (0)89 / 289 - 15698

Raum: MW 0015

Sachbearbeitung: Frau Elisabeth Uhlig

bpa@mw.tum.de

+49 (0)89 / 289 - 15692

Raum: MW 0011

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

Die Anerkennung der Industriepraktika (Fertigungspraktikum vor dem Studium sowie gegebenenfalls Ingenieurpraktikum im 5. Fachsemester) führt das Praktikumsamt durch.

Ansprechpartnerin ist:

Frau Lisa Lauterbach

praktikumsamt@mw.tum.de

+49 (0)89 / 289 - 15697

Raum: MW 0012a

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

Frau Dipl.-Geogr. 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 einen Studienaufenthalt über TUMexchange liegt beim TUM Global & Alumni Office.

Die Gesamtverantwortung sowie Koordination liegt beim 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.