

Studiengangdokumentation

Masterstudiengang *Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering*

Teil A

School of Engineering and Design

Technische Universität München

Bezeichnung	Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering
Organisatorische Zuordnung	School of Engineering and Design
Abschluss	Master of Science (M.Sc.)
Regelstudienzeit & Credits	4 Semester & 120 Credits
Studienform	Vollzeit, Präsenzstudiengang
Zulassung	Eignungsverfahren (EV)
Starttermin	WiSe 2023/24
Sprache	Deutsch und Englisch
Hauptstandort	Garching
Studiengangs-verantwortliche/-r	Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser
Ggf. ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	-----
Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument	Birgit Vogel-Heuser, Prof. Dr.-Ing. E-Mail: vogel-heuser@tum.de Tel.: 089 289 16400
Stand vom	14.12.2022
Academic Program Director	Prof. Dr.-Ing. Veit Senner

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	4
1.1	Zweck des Studiengangs	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	5
2	Qualifikationsprofil	7
3	Zielgruppen	10
3.1	Adressatenkreis	10
3.2	Vorkenntnisse	11
3.3	Zielzahlen	12
4	Bedarfsanalyse	14
5	Wettbewerbsanalyse	17
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	17
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	18
6	Aufbau des Studiengangs.....	19
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	33
8	Entwicklungen im Studiengang	36

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Die Digitalisierung ist einer der Innovationstreiber in den Industrienationen. Wesentlicher Teil der Digitalisierung ist die Entwicklung intelligenter, vernetzter mechatronischer Systeme, die sich flexibel an sich ändernde Anforderungen und Randbedingungen anpassen. Zusammen mit der Digitalisierung spielt auch die Robotik in der Produktion eine immer größere Rolle. Als Teil von automatisierten Produktionsprozessen werden Roboter in Industriebereichen wie Fertigung, Logistik und Automation eingesetzt. Neben der Produktion gewinnen Roboter und roboterartige Systeme aber auch zunehmend an Bedeutung im alltäglichen Leben wie im Servicebereich, in der Rehabilitation und Pflege, im Agrar- und Bausektor und nicht zuletzt im Rescue-Bereich zur Unterstützung von Einsatzkräften.

Die Entwicklung eines roboterartigen Systems ist das Ergebnis einer interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Ingenieurinnen und Ingenieuren des Maschinenbaus, der Elektro- und Informationstechnik sowie der Informatik. Hierbei ist die Entwicklung von roboterartigen Systemen nicht nur auf Steuerungsaspekte und die Schnittstellen mit anderen IT-Systemen beschränkt, sondern muss auch die mechanischen Aspekte und die interdisziplinäre Modellierung der Gesamtsysteme berücksichtigen.

Roboterartige, mechatronische Systeme müssen eine Vielzahl an Regelgrößen und Informationen einbeziehen sowie eine Vielfalt an Systemreaktionen bereitstellen. Gleichzeitig wird von ihnen eine intelligente Interaktion mit dem Menschen und der Umwelt gefordert. Die steigende Interdisziplinarität und Vernetzung von Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik und der somit steigende Grad an Komplexität solcher mechatronischen Systeme stellen eine große Herausforderung für moderne Ingenieurinnen und Ingenieure in Entwicklung, Betrieb und Wartung dar.

Eine weitere Herausforderung im Ingenieurwesen ist es, die Fähigkeiten des Menschen (z. B. Wahrnehmungsfähigkeit, Flexibilität, Sensibilität) auf mechatronische Systeme nicht nur zu übertragen, sondern sie vielmehr zu potenzieren. Mechatronische Systeme müssen dazu in der Lage sein, ihre Umwelt wahrzunehmen, sich an neue und sich verändernde Aufgaben und Umgebungen anzupassen und autark und vor allem energieeffizient agieren zu können. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz innovativer Materialien, durch energetisch und ressourcenoptimierte Konstruktionen, durch regelungstechnisch optimierte Prozesse oder durch intelligente Anwendungen wie maschinelles Lernen erreicht werden. Für den Entwurf und die Entwicklung solcher komplexen, mechatronischen Systeme sind folglich solide Kompetenzen in Mechatronik, Robotik und Biomechanik sowie eine ganzheitliche Herangehensweise unabdingbar. Ohne fundierte Kenntnisse sind solche Systeme kaum realisierbar.

Zweck des Masterstudiengangs „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ (MRBE) ist es daher, interdisziplinäre Spitzenkräfte an der Schnittstelle zwischen Maschinenbau,

Elektrotechnik und Informatik auszubilden. Studierende werden durch das Studium dazu befähigt, anwendungsbezogen menschenzentrierte mechatronische und roboterartige Systeme zu entwickeln und so Lösungen für die genannten Herausforderungen zu erarbeiten. Dafür werden ihnen ein hohes Maß an ingenieurbezogenem IT-Fachwissen und ganzheitlichem Technik- und Systemverständnis vermittelt sowie ihr interdisziplinäres Denken und Arbeiten und ihre Problemlösungskompetenz und Kommunikationsfähigkeit geschult. Durch die Belegung von fachlich zusammenhängenden Modulen können Studierende bewusst Studienschwerpunkte in den Bereichen „Digitale Mechatronische Systeme“, „Regelung Komplexer Systeme“, „Engineering Mechanics“ oder „Biomechatronik“ setzen und so Zertifikate erlangen, die die entsprechende, methodenorientierte Schwerpunktsetzung für zukünftige Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber sichtbar macht. Mit dem Studiengang werden Ingenieurinnen und Ingenieure ausgebildet, die mechatronische Innovationen verantwortungsbewusst entweder direkt in der industriellen Entwicklung oder in der Forschung (z. B. im Rahmen einer Promotion) vorantreiben. Die Absolventinnen und Absolventen üben ingenieurwissenschaftliche Tätigkeiten im interdisziplinären Kontext aus und spielen somit eine entscheidende Rolle als Brücke zwischen den verschiedenen Tätigkeitsbereichen (Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Produktion, ...) sowie verschiedenen Fachdisziplinen (Gesamtsystementwurf, Regelungstechnik, Mechanik, Biomechanik, Elektrotechnik, Informatik).

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Technische Universität München als führende, unternehmerische Universität verfolgt in der Lehre unter anderem die Leitprinzipien *Innovationen für Mensch, Natur und Gesellschaft* sowie die Ausbildung von *Talenten mit Wertebewusstsein* und *disziplinenübergreifender Fachkompetenz*. Das Ziel der stärkeren Interdisziplinarität und Transdisziplinarität spiegelt sich auch in der neu gegründeten TUM School of Engineering and Design (ED) mit ihren derzeit [fast 40 aktiven Studiengängen](#) und ihrer Zusammenarbeit mit den TUM Integrated Research Institutes wider. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Anzahl der in den Studienrichtungen der ED angebotenen Studiengänge¹, zu denen auch der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ zählt:

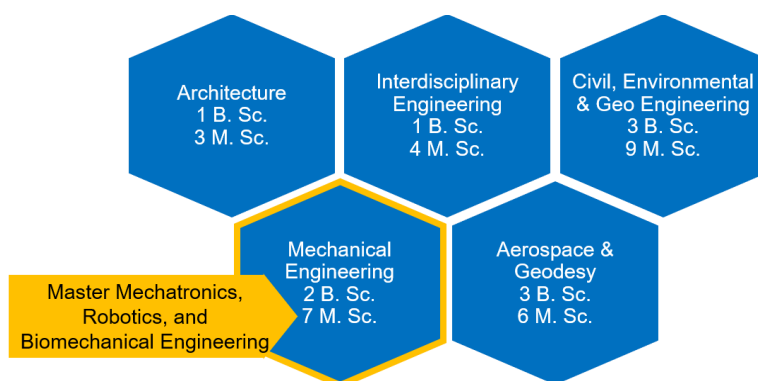


Abbildung 1.2a: TUM School of Engineering and Design: Bachelor-/Masterstudiengänge in den Studienrichtungen

¹ zum Lehrangebot der ED siehe tagesaktuell:

<https://wiki.tum.de/display/edschooloffice/For+Students+and+Prospective+Students>

Der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ stellt die Ausbildung von Talenten mit disziplinenübergreifender Fachkompetenz in den Fokus. Er verbindet die drei Kernkompetenzen des Maschinenbaus, die Technische Mechanik, die Regelungstechnik und die Automatisierungstechnik mit Kernkompetenzen der Elektro- und Energietechnik sowie der Informationstechnik (vgl. Abb. 1.2b) und berücksichtigt hierbei den Menschen als Anwender sowie als Inspiration für neuartige, mechatronische Entwicklungen. Gleichzeitig wird über Lehrimporte ein höherer Austausch innerhalb der School z. B. mit dem Bauingenieurwesen oder der Architektur (vgl. Abb. 1.2a) sowie über die Schoolgrenzen hinweg erreicht, z. B. mit der TUM School of Computation, Information and Technology (CIT). Hierbei ist für den Studiengang die Vernetzung der ED mit dem Integrated Research Institute „Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence“ (MIRMI) von besonderem Interesse, weil das MIRMI das Lehrangebot des Studiengangs in forschungsnahen, mechatronischen Fachgebieten und Zukunftsthemen der Robotik wie beispielsweise Human-Robot-Collaboration oder Smart Mechanical Design ergänzt. Mit der Ergänzung der Wahlbereiche um passende Angebote (Flexibilisierung/Vertiefender Wahlfachbereich, International Experience) stärken Studierende des MRBE neben ihrer interdisziplinären auch ihre transdisziplinäre Fachkompetenz für z. B. die Entwicklung mechatronischer Systeme im Bauwesen oder die Berücksichtigung ergonomischer Aspekte für menschenzentriertes Engineering.

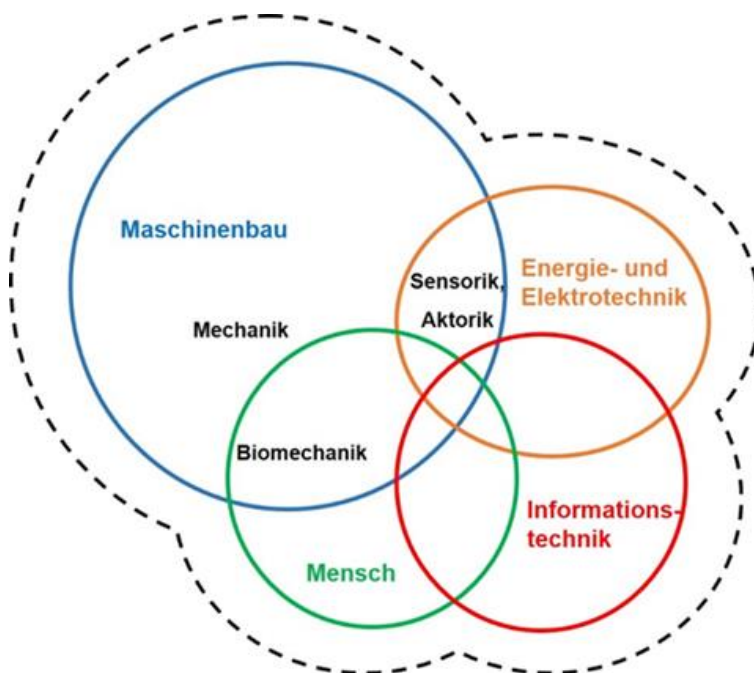


Abbildung 1.2b: Kompetenzbereiche im Masterstudiengang Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering

Um eine optimale Ausbildung der Studierenden für den deutschen und internationalen Arbeitsmarkt zu ermöglichen, bietet der Studiengang sowohl ein hochwertiges deutschsprachiges Modulangebot zur Förderung der Fachsprachkompetenz im Deutschen und zur optimalen Vermittlung der fachlichen Inhalte als auch ein umfangreiches englischsprachiges Modulangebot zur intensiven Förderung der unabdingbaren Fachsprachkompetenz im Englischen an.

Etwa 20% der Module im Fachbereich Mechanical Engineering werden derzeit in Englisch, weitere 15% in Englisch und Deutsch angeboten, sodass der Studiengang MRBE im Sinne der strategischen Förderung der Internationalität bei geeigneter Modulwahl auch komplett englisch studierbar ist. Um den Aufbau innovativer englischsprachiger Module und die innereuropäische Vernetzung weiter zu fördern, beteiligt sich das Mechanical Engineering zudem bereits seit einigen Semestern intensiv am TUM-Projekt EuroTeQ Engineering University², von dessen Modulangebot auch die im MRBE eingeschriebenen Studierenden profitieren.

2 Qualifikationsprofil

Das nachfolgende Qualifikationsprofil entspricht inhaltlich den Vorgaben des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmen – HQR) und den darin enthaltenen Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen, (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in der entsprechenden Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

Wissen und Verstehen:

Der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ bildet Studierende auf dem neuesten Stand der Technik für den mechatronischen Entwurf roboterartiger Systeme aus. Er vermittelt ihnen fundiertes Fach- und Methodenwissen in den Bereichen Regelungstechnik, Mechanik, Biomechanik, Elektrotechnik inkl. Energietechnik sowie Informatik und die Kombination dieser Wissensbereiche für den gezielten, interdisziplinären Entwurf mechatronischer Gesamtsysteme. Die Absolventinnen und Absolventen besitzen ein breites interdisziplinäres Wissen in allen sechs Wahlbereichen (siehe Kapitel 6: Pflicht zur Belegung mindestens eines Moduls je Bereich). Sie verstehen, wie sich z. B. konstruktive Entscheidungen auf die Programmierung des Robotersystems auswirken und wie der Mensch als Bediener roboterartiger Systeme im Systementwurf berücksichtigt werden kann und muss.

Je nach gewählter Vertiefungsrichtung (Wahlbereich) kann der Schwerpunkt des Wissens individuell variieren und so eine praxisorientierte und bedarfsgerechte Ausrichtung und Ausbildung für spätere industrielle oder wissenschaftliche Tätigkeitsfelder erfolgen. Diese Wissensvertiefung bildet dabei die Grundlage für die Entwicklung und Anwendung eigenständiger Ideen und befähigt die Absolventinnen und Absolventen dazu, anwendungsorientierte und wissenschaftliche Probleme der Mechatronik, Robotik und Biomechanik zu lösen.

Bei Vertiefung des Wahlbereichs „**Gesamtsystem**“ besitzen die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs fundierte Kenntnisse der interdisziplinären Zusammenhänge der verschiedenen Fachbereiche der Mechatronik (Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik) sowie eine ausgeprägte systemtechnische Sicht. Sie erlernen Vorgehensweisen und Methoden für den

² <https://euroteq.eurotech-universities.eu/initiatives/building-a-european-campus/course-catalogue/> , Zugriff am 30.09.2022.

Entwurf, die Realisierung, den Betrieb sowie die Digitalisierung und Optimierung roboterartiger, mechatronischer Systeme unter Berücksichtigung des Menschen im Gesamtkontext mechatronischer Systeme.

Bei Vertiefung des Wahlbereichs „**Regelungstechnik**“ besitzen die Absolventinnen und Absolventen erweiterte Methodenkompetenzen für die regelungstechnische Auslegung dynamischer, roboterartiger Anwendungen. Sie sind in der Lage, anwendungsorientiert Regler und Regelungen auszuwählen und zu entwerfen, um stabile, beobachtbare und kontrollierbare Systeme zu realisieren.

Im Wahlbereich „**Mechanik**“ vertiefen Absolventinnen und Absolventen ihr Fachwissen in der technischen Mechanik sowie der Modellierung und (numerischen) Simulation mechanischer Strukturen und (Mehrkörper-)Systeme. Sie können reale Systeme anhand ihrer mechanischen Eigenschaften beschreiben und kinematische und kinetische Zusammenhänge analysieren.

Durch Vertiefung des Wahlbereichs „**Mensch und Biomechanik**“ sind Absolventinnen und Absolventen in der Lage, biologisch inspirierte, mechatronische Anwendungen zu entwickeln sowie Schnittstellen zur Einbindung des Menschen in das mechatronische Produktionsumfeld interaktiv und ergonomisch zu entwerfen. Mithilfe der erlernten Methoden befähigen sie Systeme, die Umwelt wahrzunehmen, sich an sich verändernde und neue Aufgaben und Umgebungen anzupassen und autark (und vor allem energieeffizient) zu agieren.

Im Wahlbereich „**Elektrotechnik inkl. Energietechnik**“ vertiefen die Absolventinnen und Absolventen ihr Fachwissen in den elektrotechnischen Anteilen der Mechatronik. Sie verfügen über Methodenwissen in Leistungselektronik, Schaltungs- und Systemtheorie sowie für den energieeffizienten Entwurf und Betrieb elektronischer Schaltungen und Maschinen.

Mit dem Wahlbereich „**Informatik**“ bilden die Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs verstärkt informationstechnisches Fach- und Methodenwissen für den softwaretechnischen Entwurf und die Entwicklung mechatronischer Systeme aus. Sie kennen gängige Algorithmen und Verfahren der Softwareentwicklung (z. B. maschinelles Lernen) und können diese zur Realisierung intelligenter Steuerungen von mechatronischen Systemen oder Anwendungen einsetzen.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ sind in der Lage, ihr erlangtes vertieftes Fachwissen und die methodische Lösungsfindungskompetenz auch auf unübliche, neue oder hochkomplexe Probleme und Aufgabenstellungen im interdisziplinären Feld der Mechatronik anzuwenden bzw. zu transferieren. Sie können mechatronische Problemstellungen und Systeme analysieren, geeignete Methoden für Entwurf und Entwicklung der Systeme auswählen und darauf basierend anwendungsbezogene sowie neuartige, disziplinenübergreifende Lösungswege erarbeiten. Hierbei sind sie dazu befähigt, das Fachwissen der beteiligten Disziplinen untereinander sowie mit ihrer jeweils vertieften Einzeldisziplin zu vernetzen, beispielsweise der mechanischen Konstruktion des Systems unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die elektrischen und informationstechnischen Teile des Systems sowie den Menschen. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, technische Lösungen in einem interdisziplinären Kontext zu

reflektieren. Sie werden befähigt, Aufgaben in allen mechatronischen Anwendungsgebieten unter Berücksichtigung der technischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen erfolgreich zu bewältigen.

Im Bereich der wissenschaftlichen Innovationen werfen die Absolventinnen und Absolventen aktuelle Forschungsfragen im Bereich der Mechatronik, Robotik und Biomechanik auf und lösen diese durch geeignete Wahl der Forschungsmethoden und sind in der Lage, ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu kommunizieren. Zusätzlich zur Ausbildung von interdisziplinärem Technikverständnis und Kooperationsbereitschaft erfolgt die Förderung der sozialen und interkulturellen Kompetenz und der Persönlichkeitsentwicklung durch internationale Teams und Gruppenprojekte, die International Experience sowie Möglichkeiten zur Fortbildung im Wahlbereich „Überfachliche Ergänzung“ (vgl. geforderte Kompetenzen für zukünftige Ingenieurinnen und Ingenieure gemäß VDMA-Kienbaum-Studie 2022³).

Kommunikation und Kooperation

Der Kommunikation und Kooperation kommen bei dem gesellschaftlich bedeutsamen Bereich der Digitalisierung sowie der interdisziplinären Zusammenarbeit bei der Entwicklung mechatronischer Anwendungen eine steigende Bedeutung zu (vgl. Abbildung 2⁴). Absolventinnen und Absolventen verfügen über breites Systemdenken und damit zusammenhängend über gute Kommunikationsfähigkeiten über Fachgrenzen hinweg, um mechatronische Systeme unter Berücksichtigung aller Sichtweisen zu entwickeln und sich mit den anderen Disziplinen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik) auf fachlicher Ebene zu verständigen. Die vermittelte Kompetenz umfasst auch die ziel- und situationsorientierte Einbeziehung aller relevanten gesellschaftlichen sowie internationalen Akteure und Gruppen und den kritischen Dialog mit diesen auf Sach- und Fachebene. Absolventinnen und Absolventen verfügen dafür über mündliche und schriftliche Fachsprachenkenntnisse sowie – je nach Wahl – über weitere soziale und internationale Kompetenzen (z. B. weitere Sprachen). Darüber hinaus erkennen die Absolventinnen und Absolventen kritische Aspekte der Zusammenarbeit mit anderen, können diese reflektieren und in ein konzeptionelles, lösungsorientiertes Handeln überführen.

³„Future Skills im Maschinen- und Anlagenbau – Eine Analyse entlang des Produktlebenszyklus“, erschienen 2022, <https://vdma.org/viewer/-/v2article/render/51415038> (Zugriff 05.08.2022).

⁴ VDI/VDE - QUATOQ - Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation, S. 58.

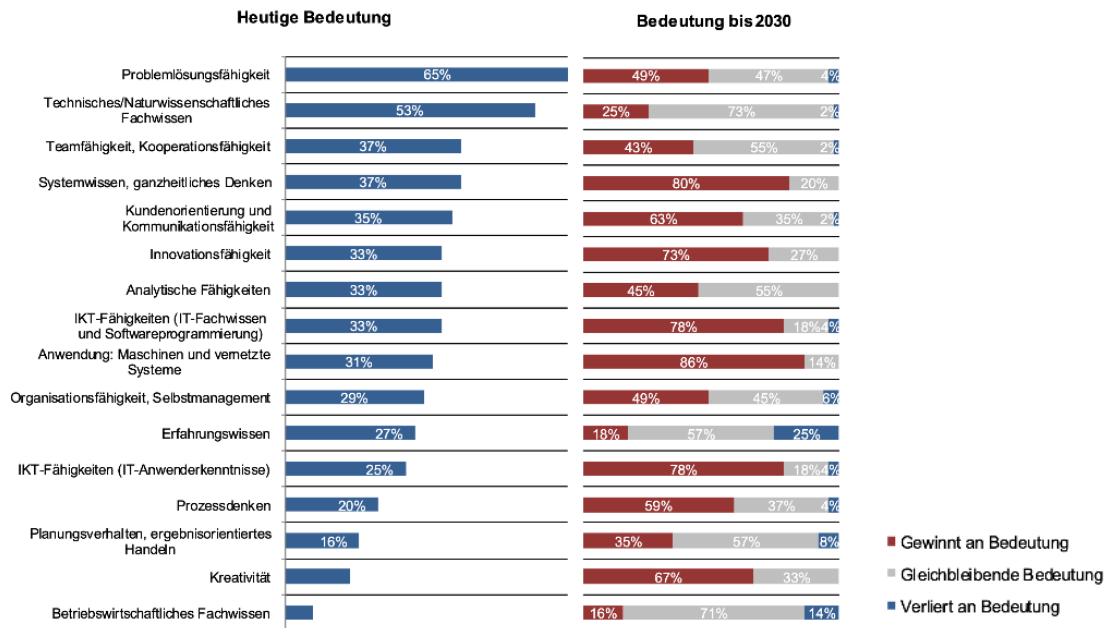


Abbildung 2. Wandel der relevanten Kompetenzen im Maschinenbau

Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

Absolventinnen und Absolventen sind sowohl für verantwortungsvolle und anspruchsvolle Aufgaben in der industriellen Forschung und Entwicklung, insbesondere in Schnittstellenfunktionen in der Koordinierung von Einzeldisziplinen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik), und über Fachgrenzen hinweg als auch für weiterführende Forschungstätigkeiten qualifiziert. Sie können den aktuellen Stand der Forschung in ihrem vertieften Fachgebiet analysieren, neue Forschungsfragen formulieren und dafür konkrete, anwendungsorientierte Lösungsansätze entwickeln. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich in dem Fachgebiet zu forschen sowie nachhaltige, innovative Produkte für verschiedene mechatronische Bereiche und Anwendungsgebiete zu realisieren (bspw. in Fertigung, Logistik, Automation sowie im Servicebereich oder Agrar- und Bausektor). Sie reflektieren dabei das eigene berufliche Handeln kritisch und können es hinsichtlich der gesellschaftlichen und ethischen Erwartungen und Folgen hinterfragen.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Die anvisierte Zielgruppe des ED-Masterstudiengangs „Mechatronik, Robotics, and Biomechanical Engineering“ sind nationale und internationale Absolventinnen und Absolventen eines mindestens sechssemestrigen qualifizierten Bachelorstudiengangs in Maschinenwesen, Ingenieurwissenschaften (mit mechatronischem Wahlbereich) oder Mechatronik oder sie verfügen über einen mindestens gleichwertigen Abschluss, der mechatronische Grundlagen vermittelt, z. B. Elektro- und Informationstechnik, Informatik, Physik, Bau- oder Umweltingenieurwesen, jeweils mit Schwerpunktsetzung in der Mechatronik. Die Hauptzielgruppe sind die Absolventinnen und Absolventen des ED-Bachelors „Maschinenwesen“ und des ED-Bachelors „Ingenieurwissenschaften“ (mit mechatronischem Wahlbereich). Bei der Entwicklung des Curriculums wurde insbesondere darauf geachtet, dass Kenntnisse und Kompetenzen aus den

beiden genannten Bachelorstudiengängen im Bereich der Mechatronik, Robotik und Biomechanik gezielt vertieft und erweitert werden.

Der weitere Adressatenkreis besteht aus Studierenden mit Interesse am und Qualifikationen im Berufsfeld einer Ingenieurin bzw. eines Ingenieurs der angestrebten Fachrichtung Mechatronik, Robotik und Biomechanik. Wünschenswert sind (i) vorhandene Fachkenntnisse aus dem Erststudium auf dem Gebiet des Maschinenbaus und der Mechatronik in Anlehnung an den Bachelorstudiengang Maschinenwesen der TUM und (ii) Fähigkeiten zu wissenschaftlicher bzw. grundlagen- und methodenorientierter Arbeitsweise. Die Bewerberinnen und Bewerber haben vorzugsweise bereits mechatronische Vorerfahrungen durch einen Studiengang mit mechatronischem Hintergrund, studiengangsspezifische Berufsausbildungen und/oder während ihres Bachelorstudiums absolvierte Praktika, Auslandsaufenthalte oder fachgebundene Weiterbildungen.

3.2 Vorkenntnisse

Bewerberinnen und Bewerber müssen über solide Kenntnisse und Kompetenzen in den Bereichen Mathematik, Technische Mechanik, Regelungstechnik, Elektrotechnik, Automation, Informationstechnik inklusive Kenntnisse zur Entwicklung digitaler Technologien für die Digitalisierung und Softwareentwicklung in mindestens einer Programmiersprache verfügen. Darüber hinaus sollen Bewerberinnen und Bewerber grundlegende überfachliche Kompetenzen in Projekt- und Teamarbeit sowie Methodenkompetenz, wie zum Beispiel Problemlösen oder Präsentationstechnik, erworben haben. Alle Bewerberinnen und Bewerber müssen ein mindestens achtwöchiges Praktikum in einem Industrieunternehmen absolviert haben. Angehende Masterstudierende, die diese Voraussetzung nicht erfüllen, werden mit der Auflage zugelassen, spätestens bis zum Beginn der Master's Thesis ein entsprechendes Industriepraktikum nachzuholen.

Der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ umfasst deutsch- und englischsprachige Lehrveranstaltungen. Bei entsprechender Wahl von Modulen kann der Studiengang komplett in englischer Sprache studiert werden.

3.3 Zielzahlen

In den letzten fünf Semestern (von WiSe 2019/20 bis WiSe 2021/22) nahmen jeweils durchschnittlich 102 Studierende ein Masterstudium in Mechatronik und Robotik an der TUM auf.

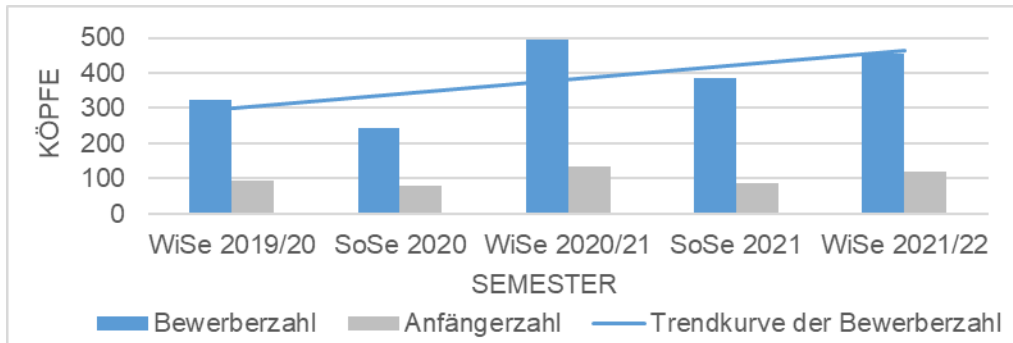


Abbildung 3.3a: Bewerber- und Anfängerzahlen des Masters „Mechatronik und Robotik“ von Wintersemester (WiSe) 2019/20 bis WiSe 2021/22

Die Zahl der Bewerberinnen und Bewerber schwankte zwischen 244 (SoSe 2020) und 495 (WS 2020/21) Personen (vgl. Abbildung 3.3a). Im Durchschnitt bewarben sich 380 Studieninteressierte pro Semester (vgl. Abbildung 3.3a). Die Zahl der Anfängerinnen und Anfänger schwankte zwischen 80 (SoSe 2020) und 133 (WiSe 2020/21) pro Semester. Die durchschnittliche Zulassungsquote lag hierbei bei 27%, da viele Bewerberinnen und Bewerber ihre fachliche Eignung für den Studiengang nicht ausreichend nachweisen konnten.

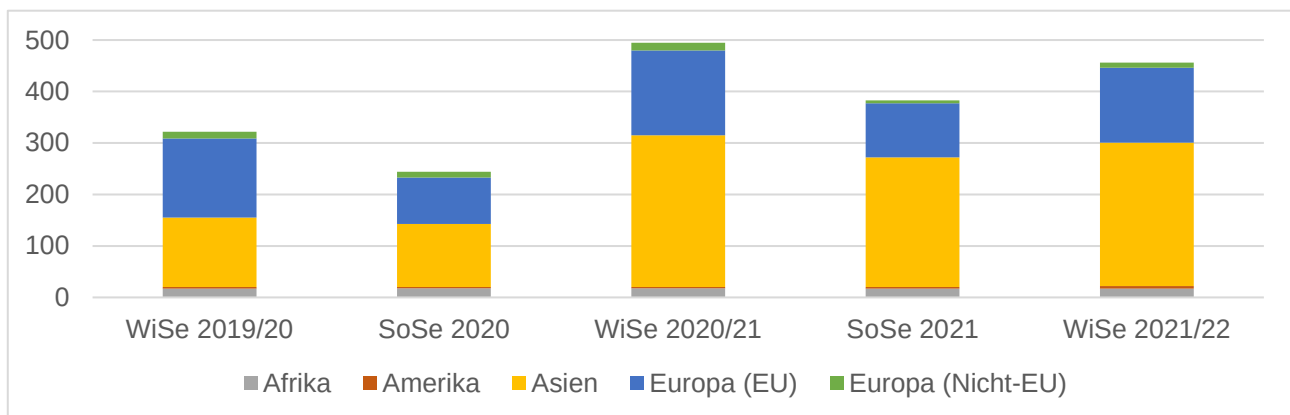


Abbildung 3.3b: Herkunft (Staatsangehörigkeit Kontinent erweitert) der **Bewerberinnen und Bewerber** des Masters „Mechatronik und Robotik“ von Wintersemester (WiSe) 2019/20 bis WiSe 2021/22

Während die Zahlen der Bewerberinnen und Bewerber aus Afrika, Amerika und Europa (europäischen EU- und Nicht-EU-Ländern) nahezu konstant blieben, ist eine Verdoppelung bei den Bewerberinnen und Bewerbern sowie Studienanfängerinnen und -anfängern aus Asien zu beobachten (vgl. Abbildung 3.3b, 3.3c).

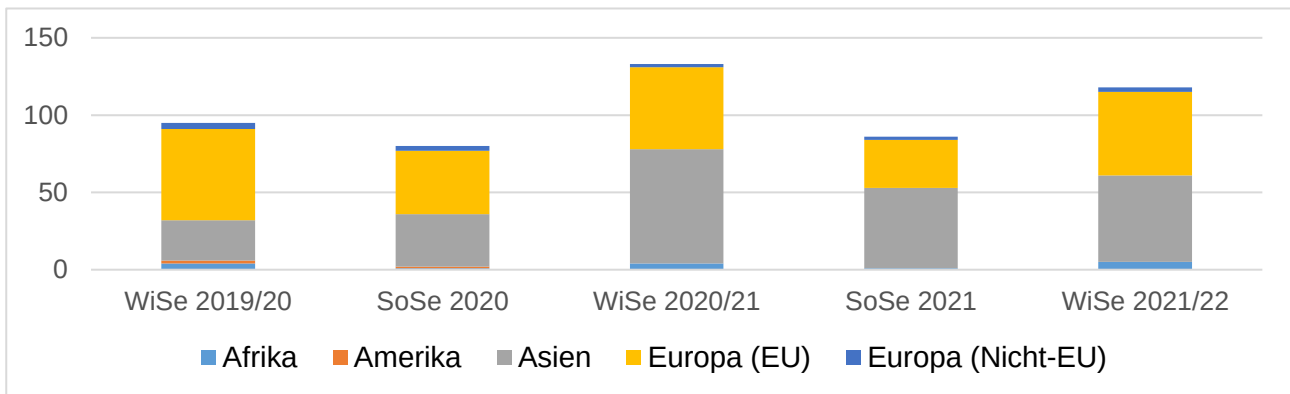


Abbildung 3.3c: Herkunft (Staatsangehörigkeit Kontinent erweitert) der **Studienanfängerinnen und Studienanfänger** des Masters „Mechatronik und Robotik“ von Wintersemester (WiSe) 2019/20 bis WiSe 2021/22

Von den deutschen Bewerberinnen und Bewerbern kamen in der Vergangenheit mehr als die Hälfte (64% im Wintersemester 2019/20) aus Bayern und Baden-Württemberg (vgl. Abbildung 3.3d). Mittlerweile zeigt sich, dass das deutschlandweite und internationale Interesse am Master „Mechatronik und Robotik“ deutlich – um 20 Prozentpunkte – zwischen dem WiSe 2019/20 und dem WiSe 2021/22 gestiegen ist.

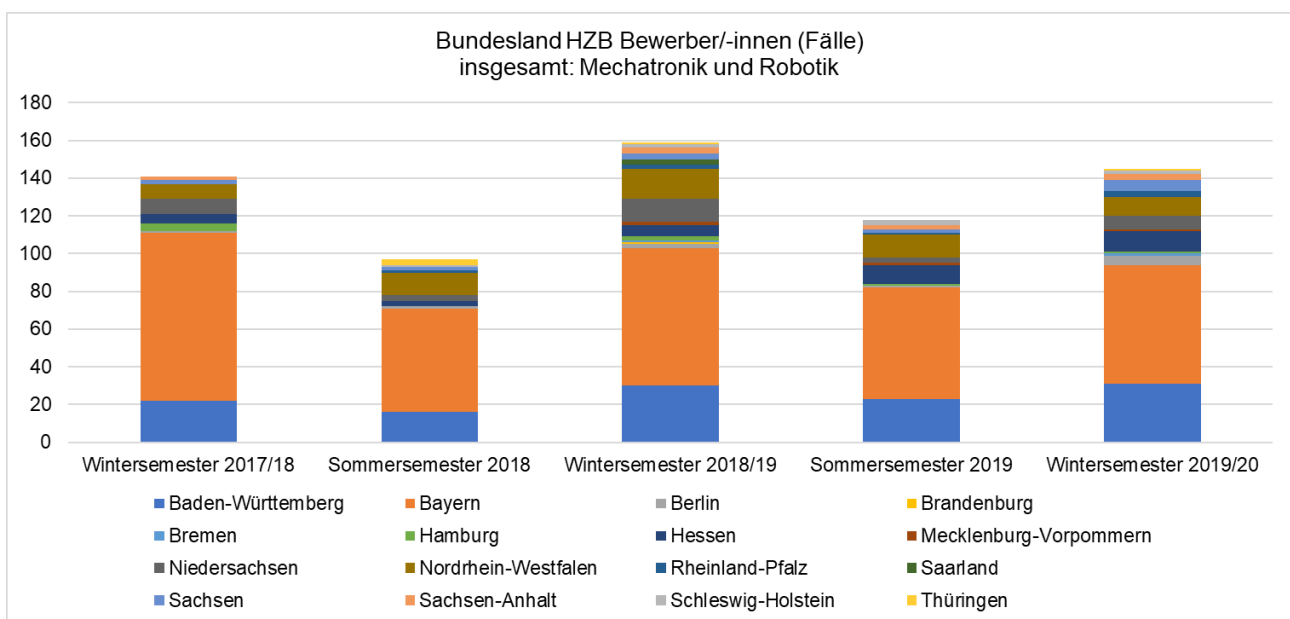


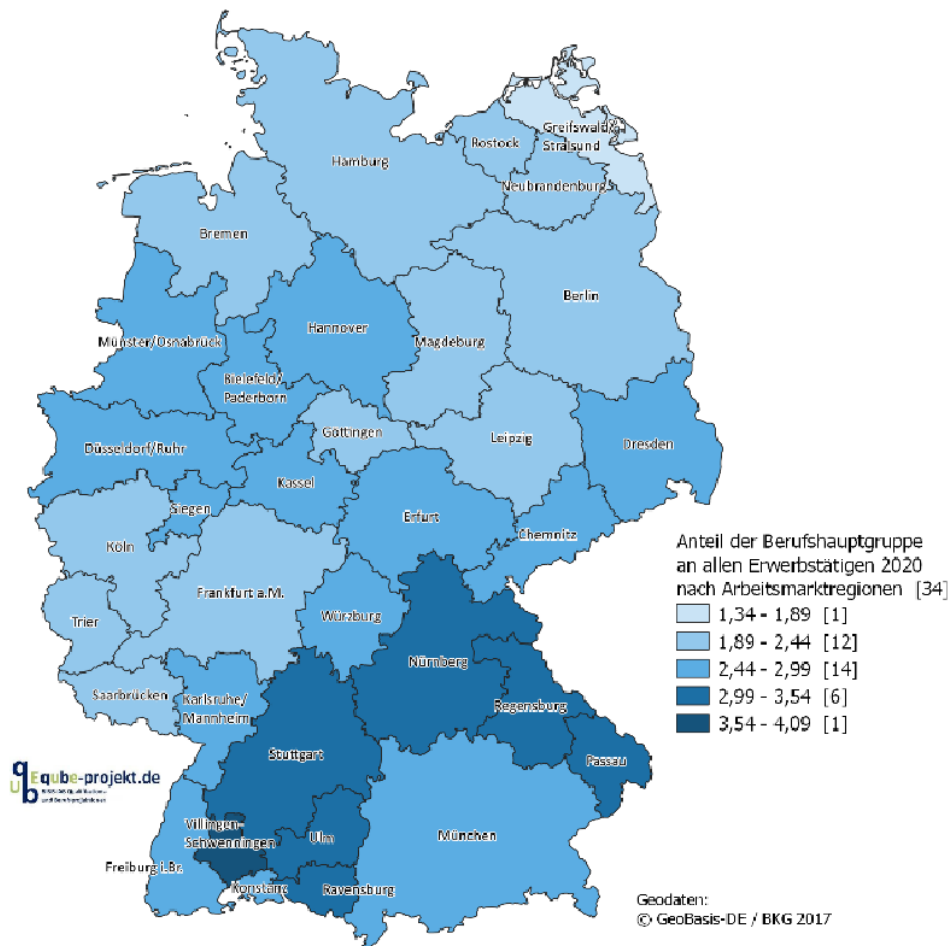
Abbildung 3.3d: Bewerberinnen und Bewerber für den Master "Mechatronik und Robotik" nach Bundesland

Angesichts des steigenden Interesses an der Mechatronik und insbesondere dem Entwurf roboterartiger Systeme unter Einbezug des Menschen ist mit einer weiteren Zunahme der Bewerberzahlen zu rechnen. Als Ziel sind innerhalb der kommenden fünf Jahre Anfängerzahlen zwischen 160 und 220 Studierenden pro Semester angestrebt.

Auch künftig wird ein angemessenes Betreuungsverhältnis zwischen Lehrenden und Studierenden insbesondere in den Hochschulpraktika und bei der Betreuung von Studienarbeiten sichergestellt. Mit dem MIRMI ist ein neues Kompetenzzentrum an der TUM gegründet worden, dessen Lehrangebot seither weiter ausgebaut wird. Von diesen neu geschaffenen Kapazitäten profitieren die neuen Studierenden im Studiengang „Mechanics, Robotics, and Biomechanical Engineering“.

4 Bedarfsanalyse

Für die Metropolregion München und den gesamten süddeutschen Raum sind die Erwerbstätigen aus der Berufshauptgruppe „Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe“⁵ eine wichtige Größe:



2020

Abbildung 4a: Anteil Erwerbstätige aus der Berufshauptgruppe „Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe“

Zahlreiche Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der Mechatronik, der Biomechanik und dem Entwurf roboterartiger Systeme, die auf das Knowhow dieser Beschäftigten angewiesen sind, sind im Großraum München ansässig. Ein wesentliches strategisches Ziel des Studiengangs ist es daher, die Nachfrage nach universitär ausgebildeten Fachkräften dieser und weiterer Institutionen in (Süd-)Deutschland und darüber hinaus zu befriedigen.

⁵ QuBe-Projekt, QuBe-Basisprojektion 6. Welle, Statistisches Bundesamt; https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Berufe_Dossier_9_Mechatronik_Energie_Elektroberufe.pdf (Zugriff am 17.10.2022).

Dies wirkt sich nicht nur auf die genannten Institutionen positiv aus: Angesichts der vielfältigen Kooperationen mit externen Partnern aus Forschung und Industrie und TUM-internen Partnern profitieren Studierende von praxisrelevanten, industrienahen Lehrinhalten und Einblicken sowie Möglichkeiten studentischer Forschungsarbeiten und Tätigkeiten im industrienahen oder industriellen Umfeld: Ein Gewinn für alle Beteiligten.

Gemäß den VDI-Nachrichten „Neue Kompetenzen für die digitale Transformation“ (Mai 2022⁶) wird die Suche nach qualifiziertem Personal im Maschinen- und Anlagenbau zunehmend schwieriger und droht dauerhaft zum Hindernis für Wachstum und Wohlstand in Deutschland zu werden. *„Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau zählt zu den Wirtschaftszweigen, deren Erfolg existenziell von gut ausgebildeten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern abhängt“* (VDMA-Kurzposition 2021⁷). Bereits heute werden in Deutschland zu wenig qualifizierte Fachkräfte ausgebildet.

Eine VDMA-Mitgliederbefragung aus 2022 bestätigt: „Vier von fünf Unternehmen sehen sich – auch aufgrund des Fachkräftemangels – mit einem „Skill-Gap“ konfrontiert“⁷. Von den befragten Unternehmen investieren 80% in Fortbildungen und 56% in Umschulungen ihrer Ingenieurinnen und Ingenieure, um diese besser in den „Future Skills“⁸ zu qualifizieren. Der VDI⁹ prognostiziert darüber hinaus, dass ab 2020 mehr Ingenieurinnen und Ingenieure in den Ruhestand gehen als ins Berufsleben eintreten werden.

Im Maschinen- und Anlagenbau ist die Entwicklung von IT- und Automatisierungstechniklösungen ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil. Gemäß der VDMA-Kienbaum-Studie von 2022¹⁰ sehen die Hälfte der befragten Maschinen- und Anlagenbauer einen deutlichen Bedeutungszuwachs im Digitalisierungsmanagement sowie 35% in der Kompetenz Systems Engineering, die im Master „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ verstärkt vermittelt werden.

Die Digitalisierung der Industrie bewirkt ebenfalls eine Erhöhung der Nachfrage an Mechatronik-Expertinnen und Mechatronik-Experten. Unternehmen, die zusätzliche Fachkräfte im Zusammenhang mit einem Industrie 4.0-Projekt benötigen, suchen nach Ingenieurinnen und Ingenieuren mit interdisziplinärem Abschluss, darunter Maschinenbauingenieurinnen und Maschinenbauingenieure mit der Zusatzqualifikation Elektrotechnik (39 Prozent) oder mit IT-Zusatzqualifikationen (37 Prozent).¹¹

Nicht nur im Maschinen- und Anlagenbau haben Mechatronik-Expertinnen und Mechatronik-Experten hervorragende Aussichten auf dem Arbeitsmarkt. Auch in anderen Branchen, beispielsweise in der Automobilindustrie, wächst angesichts der Wende hin zur Elektromobilität der

⁶ W. Schmitz, „Neue Kompetenzen für die digitale Transformation“, VDI-Nachrichten, Nr. 9, S. 31, Mai 2022.

⁷ A. Rade, „Fachkräfte verzweifelt gesucht“ VDMA-Kurzposition 2021, https://www.vdma.org/documents/34570/4887563/KuPo_Fachkr%C3%A4ftemangel.pdf/a0e24774-760e-55e9-93e6-43917311820c?t=1638184682215 (Zugriff: 05.08.2022).

⁸ VDI/VDE - QUATOQ - Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation, S. 58.

⁹ www.vdi.de/uploads/media/VDI_Broschuere_Ingenieure_auf_einen_Blick_2013.pdf (Zugriff: 28.06.2022).

¹⁰ VDMA-Kienbaum-Studie 2022, „Future Skills im Maschinen- und Anlagenbau – Eine Analyse entlang des Produktlebenszyklus“, <https://vdma.org/viewer/-/v2article/render/51415038> (Zugriff 05.08.2022).

¹¹ https://www.vdma.org/c/document_library/get_file?uuid=77be0456-6ad0-0e3e-b479-2de5f5b9f98f&groupId=34570 (Zugriff 23.03.2022).

Bedarf an Maschinenbauingenieurinnen und Maschinenbauingenieuren mit Elektrotechnikenkenntnissen.¹² Dies zeigt sich auch in den Zielbranchen der Absolventinnen und Absolventen der existierenden TUM-Masterstudiengänge im Fachbereich Mechanical Engineering (vgl. Abbildung 4b, rechts). Mit einem Anteil von 47% der Studierenden ist die Branche bzw. der Wirtschaftszweig des Automobil- und Nutzfahrzeugbaus die Hauptbranche für die Absolventinnen und Absolventen mit einem Masterabschluss in Maschinenwesen und Mechatronik. 17% der Studierenden promovieren nach ihrem Masterabschluss, während 77% in die Industrie einsteigen.¹³

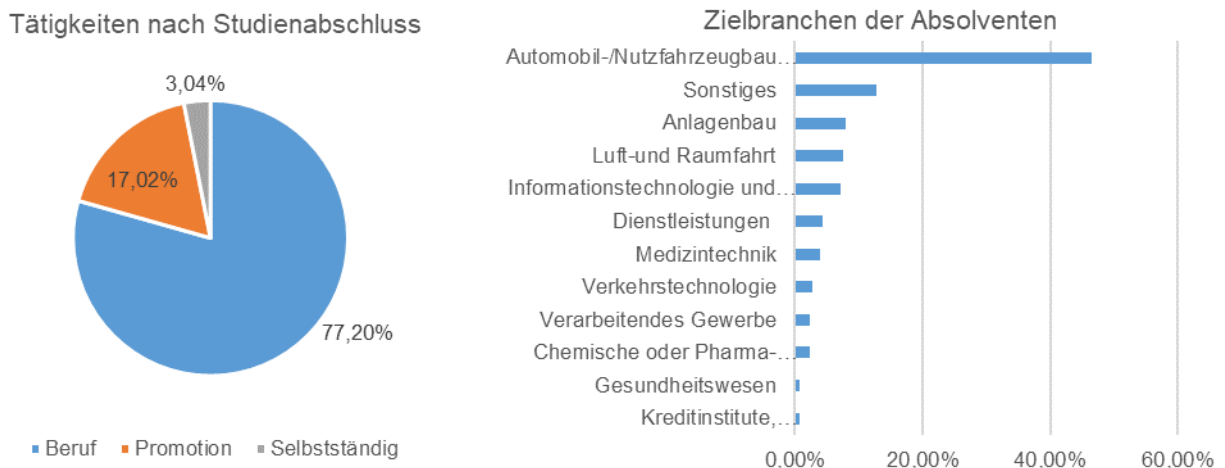


Abbildung 4b: Links – Tätigkeiten der Absolventinnen und Absolventen nach Studienabschluss;
Rechts – Zielbranchen der Berufseinsteigerinnen und -einsteiger nach Studienabschluss

Hinzu kommt, dass der Anteil mechatronischer Komponenten in einer Vielzahl von Produkten in beinahe allen Industriezweigen immer größer wird. Immer mehr Mechatronikingenieurinnen und Mechatronikingenieure werden künftig gebraucht, um das reibungslose Zusammenwirken von Systemlösungen aus unterschiedlichen Ingenieurdisziplinen zu gewährleisten.

Mit dem Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ arbeiten die School Engineering and Design und das Department Mechanical Engineering an der Deckung des Bedarfs an interdisziplinär ausgebildeten Ingenieurinnen und Ingenieuren, die über technisches Verständnis, Fach- und Methodenkenntnisse und -kompetenzen in Maschinenbau (inkl. Biomechanik), Elektrotechnik und Informatik verfügen, um die künftigen Herausforderungen des digitalen Wandels zu bewältigen.

¹² Pohl E., Fiehöfer B. (2016) Der Arbeitsmarkt für Ingenieure. In: Berufseinstieg für Ingenieure. Springer Vieweg, Wiesbaden.

¹³ Befragung der Absolventinnen und Absolventen der Masterstudiengänge an der TUM Fakultät für Maschinenwesen im WiSe 2020/21, interne Befragung durch das TUM Center for Study and Teaching.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ steht im Wettbewerb zu Masterstudiengängen innerbayerischer, nationaler sowie internationaler Universitäten (vgl. Übersicht vergleichbarer Studiengänge in Tabelle 5.1).

Studiengangname	Universität	Bayerisch (B) / National (N) / International (I)	Biomechanik	Mechatronik	Robotik
Mechatronik (M. Sc.)	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	B		X	
Maschinenbau (M. Sc.)	Universität Bayreuth	B		W	
Automotive und Mechatronik (M. Sc.)	Universität Bayreuth	B		x	x
Maschinenbau (M. Sc.)	TU Braunschweig	N		V	
Mechatronik (M. Sc.)	Universität Stuttgart	N		x	
Mechatronik und Informationstechnik (M. Sc.)	Karlsruher Institut of Technology (KIT)	N		x	V
Mechatronik (M. Sc.)	TU Darmstadt	N		x	V
Mechatronik und Robotik (M. Sc.)	Leibniz Universität Hannover	N		x	x
Robotic Systems Engineering (M.Sc.)	RWTH Aachen/RWTH International Academy	N		x	x
Construction and Robotics (M.Sc.)	RWTH Aachen	N			x
Applied Machine Learning (M. Sc.)	Imperial College London	I			x
Robotics and Autonomous Systems Graduate Program	Stanford	I			x
Robotics, Systems and Control (M. Sc.)	ETH Zürich	I		x	x
Mechatronik (M. Sc.)	Johannes-Kepler-Universität Linz (JKU)	I	V	x	V
Bionics Engineering (M. Sc.)	School for advanced Studies Lucca (IMT)	I	x		x
Master of Engineering	Berkeley	I	V		V
Biomedical Engineering (M. Sc.)	TU Wien	I	x		
BioMedical Engineering (M. Sc.)	TU Delft	I	x		
Biorobotics (M. Sc.)	University of Bristol	I	x		x
Biorobotics (M. Sc.)	University of Twente	I	x		x
Human and Biological Robotics (M. Sc.)	Imperial College London	I	x		x

Tabelle 5.1: Vergleich Ausrichtung vergleichbarer Studiengänge (x: fester Bestandteil, V: Vertiefung, W: Wahlbereich)

Im Vergleich zu den innerbayerischen Wettbewerbern mit vergleichbaren Studiengängen (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) und die Universität Bayreuth) bietet der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ folgende Vorteile: eine breite Sicht auf das mechatronische Gesamtsystem und die interdisziplinären Systemzusammenhänge, viele attraktive Vertiefungsrichtungen sowie die Möglichkeit, diese Vertiefungen in Form von Zertifikaten sichtbar zu machen. Die mechatronische Ausbildung an der TUM School of Engineering and Design berücksichtigt aktiv den Menschen, von dem aus alle (bio-) mechatronischen Systeme gedacht werden – eine neuartige Perspektive, die bislang nur eine deutsche und nur wenige ausländische Universitäten bzw. mechatronische Studiengänge gemäß Studienplan einnehmen.

Auf nationaler Ebene wurde das Angebot von sechs anderen führenden deutschen Technischen Universitäten (Braunschweig, Stuttgart, Karlsruhe, Darmstadt, Hannover, Aachen, alle TU9) auf vergleichbare Masterstudiengänge hin überprüft. Das Ergebnis ist, dass der Masterstudiengang

„Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ der ED durch seine Gliederung in sechs thematische Wahlbereiche (Mastermodule), die sowohl einen Überblick über mechatronische Systeme bietet als auch eine große Wahlfreiheit zum Aufbau individueller Vertiefungsprofile erlaubt, deutschlandweit ein Alleinstellungsmerkmal besitzt. Aufgrund des Standortvorteils, der weiter oben bereits näher erläutert wurde, bestehen zudem eine Vielzahl spannender Kooperations- und Praktikumsmöglichkeiten für Studierende, die deutschlandweit ihresgleichen suchen.

Auch international steht „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ im Wettbewerb mit vergleichbaren Masterstudiengängen. Vergleicht man das Studienangebot der in Tabelle 5.1 gelisteten internationalen Universitäten mit dem Masterstudiengang der ED, fällt die Bilanz ähnlich wie im innerdeutschen Vergleich aus: Aufgrund der Vielfalt der thematischen Wahlbereiche ist der ED-Studiengang bestens geeignet, ein umfassendes Systemverständnis und eine breite Sicht auf die Domäne der Mechatronik zu vermitteln und gleichzeitig individuelle Vertiefungsprofile zu ermöglichen. Diese Perspektive eröffnet kein anderer der betrachteten Studiengänge ausländischer Universitäten.

Ungeachtet der inhaltlichen Bewertung stehen die vorgestellten Masterstudienprogramme in Mechatronik, Robotik und Biomechanik angesichts des gegebenen Bedarfs an Fachkräften (siehe Kapitel 4) jedoch weder national noch international in unmittelbarer Konkurrenz.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ stellt neben der maschinenbaulichen Sicht auf cyber-physikalische Systeme auch das Gesamtsystem, also die Wechselwirkungen aus Elektrotechnik, Software und Mechanik, in den Mittelpunkt und verhält sich somit komplementär zu TUM-internen Studiengängen anderer Fakultäten und Schools. Durch den Wahlbereich „Mensch und Biomechanik“ rückt das menschenzentrierte Engineering weiter in den Fokus des Studiengangs. Zudem bietet der Masterstudiengang aufgrund der Flexibilität bei der Wahl der Mastermodule weitreichende Spezialisierungsmöglichkeiten sowie Zertifikate („Digitale mechatronische Systeme“, „Regelung komplexer Systeme“, „Engineering Mechanics“, „Biomechatronik“) für Studierende, die individuelle Schwerpunkte setzen wollen.

Im Folgenden werden grundsätzlich ähnliche TUM-Studiengänge zum Themenkomplex Mechatronik, Robotik und Biomechanik benannt und die Unterschiede zwischen den Studiengängen dargestellt.

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik bietet innerhalb des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ eine Spezialisierung in einem Kernbereich „Automation and Robotics“. Dieser umfasst die Vertiefungsrichtungen

- Control and Machine Intelligence,
- Machine Perception and Data Analysis,
- Mechatronic Systems.

Der Studiengang setzt hierbei seinen Schwerpunkt auf das Zusammenspiel zwischen Elektronik, Steuerungslogik, Sensorik und Künstlicher Intelligenz. Im Vergleich zum Masterstudiengang

„Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ fehlt hier jedoch der Bezug zur eigentlichen physischen, mechanischen Natur von mechatronischen Systemen, und die Perspektive auf deren Entwurf/Konstruktion fehlt fast gänzlich. In allen Vertiefungsbereichen sind keine Mechanik-Module empfohlen, welche aber für den Bau von roboterartigen Systemen essentiell sind. Die Wechselwirkung zwischen Software und Mechanik, welche cyber-physische Systeme auszeichnet, wird somit weitestgehend ausgeblendet. Weiterhin sind im Modulkatalog keine Module aus der Informatik vorgesehen, welche eine noch weiterreichende Spezialisierung im Bereich der künstlichen Intelligenz sowie der Datenanalyse zulassen würden. Im Gegensatz dazu erlaubt der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ den Studierenden zum einen eine noch tiefergehende Spezialisierung im Bereich der Informationstechnik, zum anderen werden hier auch die Wechselwirkungen mit der Mechanik berücksichtigt, welche den Entwurf von Mechatroniksystemen auszeichnet.

An der CIT wird der Masterstudiengang „Robotics, Cognition, Intelligence“ angeboten. In diesem Studiengang steht die Vermittlung von Kenntnissen und Kompetenzen zur Steuerung von Robotern, Signalverarbeitung sowie künstlicher Intelligenz im Mittelpunkt. Der Fokus liegt hierbei auf der Softwaretechnik mechatronischer Systeme. Im Vergleich zum Studiengang MRBE fehlt neben einem Fokus auf die Mechanik derartiger Systeme auch der Blick auf mechatronische Systeme als Gesamtsystem. Im Fokus steht hier fast ausschließlich die Software. Der Entwurf, die Konstruktion und der Bau roboterartiger Systeme stellen aber in der modernen Mechatronik, insbesondere bei der Steuerung von Robotern, ein zentrales Thema dar.

Der Masterstudiengang „Medizintechnik und Assistenzsysteme“ der TUM ED setzt den Lehrfokus auf Technologien zur Verbesserung der Lebensqualität und neuartigen medizinischen Behandlungsmethoden für den Menschen. Er behandelt – wo notwendig – auch Aspekte der Mechatronik und Robotik, diese aber mit direktem Klinik- und Patientenbezug, wie z. B. Assistenzsysteme für arthroskopische Eingriffe. Dabei liegt der Fokus neben dem aufgabenangepassten Entwurf von Handhabungsautomaten auf Themen wie Risikoanalyse und Fragen der klinischen Zulassung. Demgegenüber ist der Studiengang MRBE deutlich breiter für die klassischen Ingenieurberufe aufgestellt. Mit dem Wahlbereich „Mensch und Biomechanik“ wird Absolventen und Absolventinnen des MRBE bewusst eine Schwerpunktsetzung in der humanoiden Robotik, jedoch ohne die Notwendigkeit eines unmittelbaren Klinikbezugs, ermöglicht.

6 Aufbau des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ beträgt vier Fachsemester. Ein Studienbeginn ist sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden Credit Points (CP) beträgt 120. Sie werden modular erbracht und teilen sich folgendermaßen auf (vgl. Abbildung 6a).

- | | |
|--|-------|
| • Wahlbereich Mastermodule: | 60 CP |
| • Wahlbereich Hochschulpraktika: | 8 CP |
| • Wahlbereich Überfachliche Ergänzung: | 5 CP |
| • Wahlbereich International Experience: | 6 CP |
| • Wahlbereich Forschungspraxis: | 11 CP |
| • Master's Thesis mit wissenschaftlich Arbeiten: | 30 CP |

In jedem Semester sollen 30 CP erlangt werden.

Se- mester	Module						CP/ Prü- fungen
1	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Flexibilisierung / Vertiefender Wahlfachbereich 5 CP (Klausur)	30/6
2	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Mastermodul 5 CP (Klausur)	Flexibilisierung / Vertiefender Wahlfachbereich 5 CP (Klausur)	Hochschul- praktikum 4 CP (Übungs- /Laborleistung)	29/6
3	Forschungspraxis 11 CP (wiss. Ausarbeitung/Projektarbeit)		Flexibilisierung / Vertiefender Wahlfachbereich 5 CP (Klausur)	Hochschul- praktikum 4 CP (Übungs- /Laborleistung)	International Experience 6 CP (Klausur)	Überfachliche Ergänzung 5 CP (wiss. Ausarbeitung)	31/5
4	Master's Thesis 30 CP (wiss. Ausarbeitung + Bericht)						30/2
	Fachkompetenzen (Gesamtsystem, Regelungstechnik, Mechanik, Biomechanik/Mensch, Informatik, Elektrotechnik/Energietechnik)				Überfachliche Kompetenzen, z. B. Ethik, Philosophie, Sprachkurse, transversale Schlüsselkompetenzen (* Prüfungsform z. B. schriftliche Klausur, Übungsleistung, wiss. Ausarbeitung)		120/19
	Multi-/Transdisziplinäre Kompetenz – kann auch komplett durch Fachkompetenz ersetzt werden				Interdisziplinäre Fachkompetenz auf internationaler Ebene (z. B. EuroTeQ, Anerkennungen aus dem Auslandsaufenthalt)		
	Anwendungsorientierte Fachkompetenz / überfachliche Kompetenzen				Forschungskompetenz / überfachliche Kompetenzen		

Abbildung 6a: Darstellung des Studienplans des viersemestrigen Masterstudiengangs Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering

Die Unterrichts- und Prüfungssprachen sind Deutsch und Englisch. Die Master's Thesis kann in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden. Der Studiengang ist auch studierbar mit Kenntnissen in nur einer der beiden Sprachen, dann aber mit eingeschränkter Auswahl an Modulen.

Die Wahlbereiche „Mastermodule“, „Überfachliche Ergänzung“, „International Experience“ und „Hochschulpraktika“ folgen dem interdisziplinären, systemtechnischen Engineering-Ausbildungsansatz des Departments Mechanical Engineering der ED und beinhalten thematisch passende Module aus einer Vielzahl anderer Departments bzw. Schools der TUM sowie internationalen Partnern der TUM. Auch die Studien- und Abschlussarbeiten können in einem klar definierten Rahmen außerhalb der Departments bzw. Schools unter der Betreuung fachlich qualifizierter Prüfer angefertigt werden. So kann sich folgender exemplarischer Studienplan ergeben (vgl. Abbildung 6b). Aufgrund der Vielfalt der Module in den Wahlbereichen können auch die Prüfungsformen vom Standard in Abbildung 6a abweichen.

Se- mester	Module						CP/ Prü- fungen
1	RT: Mechatronische Gerätetechnik 5 CP (Klausur, WiSe)	GS: Maschinensystem- technik 5 CP (Klausur, WiSe)	MECH: Finite Elemente 5 CP (Klausur, WiSe)	MuB: Programmierung und Regelung für Mensch- Roboterinteraktion 5 CP (Projektarbeit, WiSe)	GS: Konzepte und Software Design für Cyber-Physische Systeme 5 CP (Klausur + Übungsleistung, WiSe/ SoSe)	F/IN: Fundamentals of Artificial Intelligence 5 CP (Klausur, WiSe)	30/7
2	RT: Modeling and Reduction of Complex Systems 5 CP (Klausur, SoSe)	IN: Physikbasiertes Machine Learning 5 CP (Klausur, SoSe)	EE: Mikrotechnische Sensoren/Aktoren 5 CP (Klausur, WiSe/ SoSe)	GS: Roboterdynamik 5 CP (Klausur, SoSe)	F/MECH: Bewegungstechnik 5 CP (Klausur, SoSe)	Praktikum Moderne Methoden der Regelungstechnik 4 CP (Laborleistung, SoSe)	29/6
3	Teamprojekt 11 CP (wiss. Ausarbeitung, WiSe)		RT: Advanced Control 5 CP (Klausur, WiSe)	Reglerimplementierung auf Mikrocontrollern 4 CP (Übungsleistung, WiSe)	EuroTeQ-Modul 6 CP (Klausur)	Technikphilosophie 5 CP (Übungsleistung, mündl. Prüfung, WiSe)	31/6
4	Master's Thesis 30 CP (wiss. Ausarbeitung + Bericht)						30/2
	Fachkompetenzen (Gesamtsystem, Regelungstechnik, Mechanik, Biomechanik/Mensch, Informatik, Elektrotechnik/Energietechnik)				Überfachliche Kompetenzen, z. B. Ethik, Philosophie, Sprachkurse, transversale Schlüsselkompetenzen (* Prüfungsform z. B. schriftliche Klausur, Übungsleistung, wiss. Ausarbeitung)		120/21
	Multi-/Transdisziplinäre Kompetenz – kann auch komplett durch Fachkompetenz ersetzt werden				Interdisziplinäre Fachkompetenz auf internationaler Ebene (z. B. EuroTeQ, Anerkennungen aus dem Auslandsaufenthalt)		
	Anwendungsorientierte Fachkompetenz / überfachliche Kompetenzen				Forschungskompetenz / überfachliche Kompetenzen		

Abbildung 6b: Exemplarischer Studienplan eines viersemestrigen Masterstudiengangs Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering

Durch digitalisierte Bildungsprozesse kann die Ausbildung deutlich stärker individualisiert werden. Dazu werden verschiedenste Lehr-/Lernformate für die unterschiedlichen Lehrveranstaltungen genutzt wie z. B. inverted classroom oder Kombinationen aus Online- und Präsenzlehre mit stark interaktiven Formaten. Gemäß Blooms bzw. Krathwohls Taxonomie sollte der Kompetenzerwerb bis zu den höchsten Stufen, also der eigenständigen Forschung, angestrebt werden. Dabei wird typischerweise auch der Ansatz des Problem-Based-Learning verwendet. Die konkreten Lehrformen sind in den Modulbeschreibungen ersichtlich. Zusätzliche innovative Angebote zur Erlangung der Credits wie z. B. Summer Schools im Rahmen der International Experience bieten den Studierenden Möglichkeiten, tiefere Einblicke in die jeweiligen Themenbereiche zu erhalten und ihr Wissen z. B. auf konkrete Anwendungsfälle anzuwenden und in der Praxis umzusetzen.

1. und 2. Fachsemester: Mastermodule, Flexibilisierung/Vertiefender Wahlfachbereich, Hochschulpraktikum

Im ersten Studienjahr absolvieren die Studierenden in erster Linie Module aus dem Wahlbereich Mastermodule (Umfang je Modul: i.d.R. 5 Credits), über deren Besuch sie sich zügig die zentralen Inhalte des Studiengangs und ihres gewünschten Studienschwerpunkts aneignen sowie entsprechende fachliche Kompetenzen ausbilden. Der Bereich „Flexibilisierung/Vertiefender Wahlfachbereich“ erweitert das Spektrum der wählbaren Mastermodule um ingenieurwissenschaftliche Module anderer Fakultäten und Schools der TUM sowie anderer deutscher und internationaler Universitäten. Ergänzt werden diese Module 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. Überfachliche Kompetenzen wie Kommunikationsfähigkeit,

ganzheitliches Denken, Reflexionsfähigkeit oder Organisationsfähigkeit werden im Wahlbereich „überfachliche Ergänzung“ (Umfang je Modul: i.d.R. zwischen 2 und 5 Credits) geschult.

Wahlbereich Mastermodule

Im Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ stehen insgesamt 68 Mastermodule zur Auswahl. Sie sind auf sechs thematische Wahlbereiche aufgeteilt. Wie in Abbildung 6c gezeigt, wurden die Wahlbereiche gebildet, um den Studierenden einen Überblick über alle zentralen Fachbereiche der Mechatronik sowie deren Schnittmengen zu vermitteln. Die Interdisziplinarität sowie der Erwerb umfassender Grundkenntnisse in der Mechatronik werden durch dieses Wahlkonzept gewährleistet.

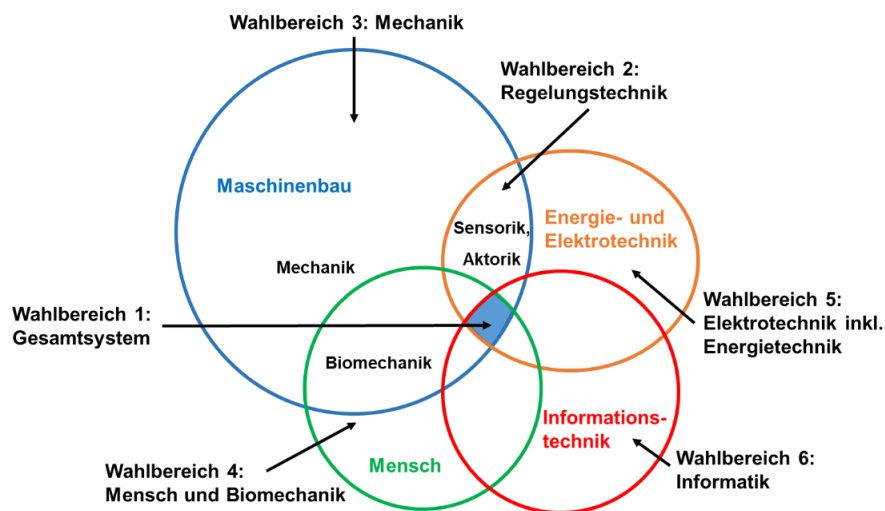


Abbildung 6c: Fachbereiche im Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“

Mastermodule im Umfang von mindestens 60 Credits müssen belegt werden. Pro fachbezogenem Wahlbereich müssen mindestens fünf Credits bzw. zehn Credits belegt werden, um die fachliche Breite und einen Gesamtüberblick über mechatronische Systeme zu gewährleisten. Abbildung 6d zeigt dieses Wahlkonzept und die Verteilung der Credits. Durch die Belegung der Wahlbereiche

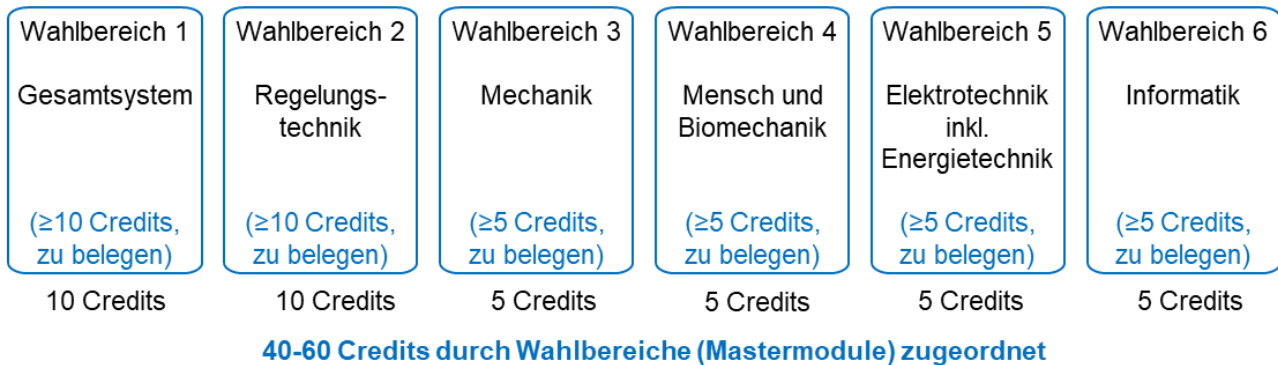


Abbildung 6d: Wahlkonzept und Verteilung der Credits für „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“

„Elektrotechnik inkl. Energietechnik“ und „Informatik“ haben die Studierenden die Möglichkeit, Module im Umfang von bis zu 30 Credits außerhalb des Modulangebots der ED zu wählen (Minimalbelegung der Wahlbereiche 1 bis 4, Maximalbelegung der Wahlbereiche 5 und 6 und Wahl von elektrotechnischen und/oder informationstechnischen Modulen in der Flexibilisierung). Eine weite Öffnung insbesondere in Richtung Elektro- und Informationstechnik und Informatik stärkt die interdisziplinäre Ausbildung der Studierenden und ist ein Alleinstellungsmerkmal des Studiengangs innerhalb und außerhalb der TUM.

Die sechs Wahlbereiche bestehen aus: (Für die Wahlbereiche 1-3 wird im Folgenden die komplette Modulliste gezeigt, für die Wahlbereiche 4-6 beispielhafte Module.)

1. Wahlbereich 1 „Gesamtsystem“: Die Studierenden eignen sich Methoden zum systemtechnischen interdisziplinären Engineering mechatronischer Systeme an, sowie die Fähigkeit, die verschiedenen Fachbereiche der Mechatronik zu vernetzen. Mindestens 10 Credits müssen in diesem Wahlbereich aus der folgenden Modulliste gewählt werden:
 - Intelligente Systeme und Machine Learning für Produktionsprozesse (de)
 - Maschinensystemtechnik (de)
 - Mess- und Sensortechnik im Maschinenwesen (de)
 - Roboterdynamik (de)

 - Concepts and Software Design for Cyber-Physical Systems (en)
 - Engineering Methods and Data Management for Mobile and Stationary Mechatronics Systems (en)
 - From theory to industrial practice – advanced software engineering for mechatronic systems (en)
 - Fundamentals of human centered robotics (en)
2. Wahlbereich 2 „Regelungstechnik“: Dieser Wahlbereich ermöglicht den Erwerb von Methoden über die gesamte Breite des Regelungstechnikspektrums, wie zum Beispiel die Zustandsraummethode oder die Modellierungsmethoden von Steuerungssystemen. Mindestens 10 Credits müssen in diesem Wahlbereich aus der folgenden Modulliste gewählt werden:

- Mechatronische Gerätetechnik (de)
 - Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 (de)
 - Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 (de)
-
- Advanced Control (en)
 - Advanced Robot Control and Learning (en)
 - Modeling and Reduction of Complex Systems (en)
 - Optimal Control and Decision Making (en)

3. Wahlbereich 3 „Mechanik“: Über diesen Wahlbereich werden die Grundlagen der Dynamik von mechatronischen Systemen vermittelt. Mindestens 5 Credits müssen in diesem Wahlbereich aus der folgenden Modulliste gewählt werden:

- Bewegungstechnik (de)
 - Finite Elemente (de)
 - Kinematische Auslegung von Gelenkstrukturen mit Matlab und CAD (de)
 - Zahnradgetriebe - Auslegung und Schaltelemente (de)
-
- Vibration Measurement (Experimentelle Schwingungsanalyse) (en)
 - Engineering Dynamics (Technische Dynamik) (en)
 - Multibody Simulation (en)
 - Multidisciplinary Design Optimization (en)

4. Wahlbereich 4 „Mensch und Biomechanik“: In diesem Wahlbereich stehen die menschlichen Grundlagen und die Biomechanik im Zentrum, um die fachlichen Grundlagen für die Entwicklung menschenzentrierter Systeme zu legen. In diesem Bereich werden auch Module zur ethischen Verantwortung und Technikfolgenabschätzung angeboten. Mindestens 5 Credits, müssen in diesem Wahlbereich gewählt werden, z. B.

- Digitale Menschmodellierung: Grundlagen (de)
- Digitale Menschmodellierung: Vertiefung (de)
- Angewandte Biorobotik (en)
- Biomechanik - Grundlagen und Modellbildung (de)

5. Wahlbereich 5 „Elektrotechnik inkl. Energietechnik“: In diesem Wahlbereich stehen die Anwendungen der Elektrotechnik- (inklusive der Energietechnik-)Methoden für die Mechatronik im Zentrum. Mindestens 5 Credits müssen in diesem Wahlbereich gewählt werden, z. B.

- Mikrotechnische Sensoren/Aktoren (de)
- Elektrische Aktoren und Sensoren in geregelten Antrieben (de)
- Autonome Systeme (en)
- Power Electronics for Distributed Energy Systems (en)

6. Wahlbereich 6 „Informatik“: In diesem Wahlbereich stehen die Anwendungen der Informatik und rechnergestützter Verfahren für die Mechatronik im Zentrum. Mindestens 5 Credits müssen in diesem Wahlbereich gewählt werden, z. B.

- Virtual Reality in der Ergonomie (en)
- Softwareentwicklung für autonomes Fahren (de/en)
- Physikbasiertes Machine Learning (en)
- Fundamentals of Artificial Intelligence (en)

Flexibilisierung/Vertiefender Wahlfachbereich

Maximal 15 Credits können im Rahmen der Flexibilisierung/dem vertiefenden Wahlfachbereich eingebracht werden, um fachliche Tiefe und individuelle Spezialisierung in den Ingenieurwissenschaften zu ermöglichen. Es können in diesem Bereich weitere Mastermodule des Masterstudiengangs Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering und/oder Module aus anderen TUM-Schools/-Fakultäten gewählt werden. Auch Anerkennungen nicht äquivalenter ingenieurwissenschaftlicher Module aus dem Studium im In- und Ausland sind auf Antrag möglich.

Zertifikate

Durch die Belegung von fachlich zusammenhängenden Modulen können Studierende mit dem Abschluss ihres Masters bis zu zwei von vier möglichen Zertifikaten erhalten. Ziel der Zertifikate ist es, die Studierenden bei der Strukturierung und Profilbildung zu unterstützen und Arbeitgeberinnen und Arbeitgebern eine Orientierungshilfe über die methodenorientierten Schwerpunkte der zukünftigen Bewerberinnen und Bewerber zu geben. Zur Erlangung der jeweiligen Zertifikate müssen Module im Umfang von mind. 19 Credits aus den je Zertifikat definierten Modullisten ausgewählt und der Master abgeschlossen werden. Alle Zertifikate sind auch mit ausschließlich englischsprachigen Modulen erreichbar. Im Studiengang werden insgesamt vier Zertifikate angeboten:

1. Digitale mechatronische Systeme / Digital mechatronic Systems (de/en)

- Wahl von mind. 19 Credits aus der folgenden Modulliste:
 - Digitale Menschmodellierung Grundlagen (de)
 - Digitale Menschmodellierung Vertiefung (de)
 - Intelligente Systeme und Machine Learning für Produktionsprozesse (de)
 - Messsystem- und Sensortechnik im Maschinenwesen (de)
 - Advanced Parallel Computing and Solvers for Large Problems in Engineering (en)
 - Concepts and Software Design for Cyber-Physical Systems (en)
 - Engineering Methods and Data Management for Mobile and Stationary Mechatronics Systems (en)
 - From theory to industrial practice – advanced software engineering for mechatronic systems (en)
 - Virtual Reality in Human Factors Engineering (en)
 - Maximal eines der folgenden zwei Praktika:
 - Praktikum „Reglerimplementierung auf Mikrocontrollern“ (de)
 - Praktikum “Advanced Industrial Software Engineering and Object-Oriented Development in C++ and Matlab” (en, geplant ab SoSe 2023)

2. Regelung komplexer Systeme / Control of complex systems (de/en)

- Wahl von mind. 19 Credits aus Wahlbereich 2 „Regelungstechnik“ inkl. maximal 4 Credits aus den empfohlenen Praktika (vgl. Tabelle 1, S. 27).
3. Engineering Mechanics (de/en)
- Wahl von mind. 19 Credits aus Wahlbereich 3 „Mechanik“ inkl. maximal 4 Credits aus den empfohlenen Praktika (vgl. Tabelle 1).
4. Biomechatronik / Biomechatronics (de/en)
- Wahl von mind. 19 Credits aus Wahlbereich 4 „Mensch und Biomechanik“ inkl. maximal 4 Credits aus den empfohlenen Praktika (vgl. Tabelle 1).

Wahlbereich Hochschulpraktika

Im Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ wählen Studierende Hochschulpraktika (8 Credits, i. d. R. 2 Module) aus einem gemeinsamen Modulkatalog, der aktuell die Praktika in Tabelle 1, sortiert nach Empfehlung je Wahlbereich, umfasst. Eine gezielte Ausweitung des Angebots ist geplant. Der jeweils aktuelle Stand ist in TUMonline abrufbar. Der Modulkatalog beinhaltet Angebote verschiedener Departments, um die Interdisziplinarität der Ausbildung insbesondere in den Masterstudiengängen zu stärken, die an der Grenze zwischen Maschinenbau und anderen Ingenieur- sowie den Sport- und Naturwissenschaften angesiedelt sind.

Die Hochschulpraktika dienen als Einführung in praktische ingenieurwissenschaftliche Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und sollen den/die gewählten Wahlbereich/e inhaltlich sinnvoll ergänzen. In Anlehnung an den vertieften Wahlbereich erfolgt somit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungsbeziehungsweise methodenorientierte Vertiefung. 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 in der Regel 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.

Tabelle 1. Übersicht der Hochschulpraktika für den Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ mit thematischer Empfehlung je nach Wahlbereich (Mastermodule).

Säule	Empfohlene Praktika
-------	---------------------

Wahlbereich 1: „Gesamtsystem“	• Industrieroboterpraktikum (de) • Entwicklung intelligenter verteilter eingebetteter Systeme in der Mechatronik – Praktikum (de) • Reglerimplementierung auf Mikrocontrollern (de) • Roboterdynamik - Praktikum (de) • Praktikum Systems Engineering (de) • Praktikum Simulationstechnik (de) • Praktikum Advanced Industrial Software Engineering and Object-Oriented Development in C++ and Matlab (en) • Think. Make. Start (en)
Wahlbereich 2: „Regelungstechnik“	• Echtzeitfähige Geräte und Roboter (de) • Moderne Methoden der Regelungstechnik (de) • Reglerimplementierung auf Mikrocontrollern (de) • Computergestützter Regelungsentwurf (de)
Wahlbereich 3: „Mechanik“	• Schwingungsmesstechnik Praktikum (de) • Angewandte Mechanik Seminar (de/en)
Wahlbereich 4: „Mensch und Biomechanik“	• Ergonomisches Praktikum (de) • Praktikum Numerische Biomechanik (de/en) • Interaction Prototyping (Practical Course) (en)
Wahlbereich 5: „Elektrotechnik inkl. Energietechnik“	• Praktikum Elektromobilität (de) • Messtechnik-Mikrotechnik (de)
Wahlbereich 6: „Informatik“	• Praktikum Computergestützter Regelungsentwurf (de) • Praktikum Industrielle Softwareentwicklung für Ingenieure / C++ (de)

Nach erfolgreichem Abschluss der Praktika besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis des Zusammenspiels zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, Softwarewerkzeuge und/oder Vorgehensweisen und können mit diesem Wissen Lösungen von realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus ihrem gewählten branchenspezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- beziehungsweise methodenorientierten Studienschwerpunkt entwickeln. Im „Praktikum Simulationstechnik“ werden zum Beispiel anwendungsbezogene Kompetenzen für die Modellierung und Simulation von technischen Produkten und Prozessen vermittelt. Die Studierenden lernen den Umgang mit Simulationswerkzeugen wie Matlab/Simulink und die zur Abbildung von Zustandsautomaten spezialisierte Toolbox Stateflow zu nutzen, um kontinuierliche und ereignisorientierte Prozesse in einem Simulationsmodell abzubilden und mit Hilfe geeigneter theoretischer Methoden zu optimieren.

Die Hochschulpraktika finden üblicherweise in Kleingruppen statt. Studierende entwickeln hier selbstständig in Einzel- und/oder Gruppenarbeit Lösungen zu konkreten realitätsnahen 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 ED-Bachelorstudiengangs Maschinenwesen prägend war, wieder aufgegriffen und vertieft.

3. und 4. Fachsemester: Flexibilisierung/Vertiefender Wahlfachbereich, Hochschulpraktikum, International Experience, Überfachliche Ergänzung, Forschungspraxis und Master's Thesis

Im zweiten Studienjahr absolvieren die Studierenden zusätzliche Mastermodule und erweitern ihre überfachlichen und fachlichen Kompetenzen durch Modulwahl in den Bereichen „Überfachliche Ergänzung“ und „International Experience“. Die „International Experience“ fördert zudem die internationale Weiterbildung der Studierenden. Über das Modul „Forschungspraxis“ werden die Studierenden gezielt im eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten ausgebildet. Im Rahmen der Master's Thesis (mit Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Aufbau“) erfährt diese Kompetenz eine weitere Vertiefung.

Wahlbereich International Experience/Auslandsaufenthalt

Der Wahlbereich „International Experience“ (Umfang: 6 Credits) fördert die internationale Weiterbildung der Studierenden. Je nach individuellen Bedürfnissen und Neigungen wählen Studierende aus einem der folgenden Bereiche aus, um ihre Fachkompetenz sowie ihre Fachsprachkompetenz auf internationaler Ebene zu stärken:

- Internationale virtuelle (Fernstudium) sowie Präsenz-Kurse des EuroTeQ-Programms (<https://euroteq.eurotech-universities.eu/initiatives/building-a-european-campus/course-catalogue/>),
- Internationale fachbezogene Summer- und Winterschools an einer universitären Einrichtung,
- vorzugsweise englischsprachige Ergänzungsmodule aus dem Modulkatalog der TUM ED (aktuelle Übersicht jeweils in TUMonline),
- ausgewählte, vorzugsweise englischsprachige Kurse aus den im Aufbau befindlichen Angeboten der TUM Integrative Research Institutes MIRMI, MDSI und MEP¹⁴,
- ausgewählte, vorzugsweise englischsprachige Kurse des UnternehmerTUM-Programmangebots für Studierende zur Stärkung von Entrepreneurship- und Leadership-Fähigkeiten sowie Technologien (z. B. Technology Entrepreneurship Lab; <https://www.unternehmertum.de/angebot/academy-for-innovators>).

Studierende, die darüber hinaus einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integrieren wollen, können dies grundsätzlich in allen Fachsemestern des Masterstudiums tun: Das vielfältige Angebot von Mastermodulen, Hochschulpraktika, Überfachlichen Ergänzungen und International Experience-Modulen, 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

¹⁴ <https://www.mirmi.tum.de/mirmi/home/>; <https://www.mdsi.tum.de/mdsi/startseite/>; <https://www.mep.tum.de/mep/startseite/> (Zugriffe am 14.10.2022).

durchgeführt werden können, bringen die für den Auslandsaufenthalt nötige Flexibilität in den Studienplan.

Im Ausland erbrachte Leistungen im Bereich der Überfachlichen Ergänzungen sowie der International Experience werden auf Antrag beim Masterprüfungsausschuss der ED anerkannt, sofern kein wesentlicher Unterschied vorliegt. Für Mastermodule gibt es folgende Anerkennungsmöglichkeiten: Module mit einem Umfang von mindestens 3 Credits, für die im Mastermodulkatalog der ED 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.

Module mit einem Umfang von mindestens 3 Credits, für die im Mastermodulkatalog der ED keine äquivalenten Module ermittelt werden konnten, können – nach Rücksprache – im Umfang von maximal 15 Credits in dem Wahlbereich „Flexibilisierung/Vertiefende Wahlbereiche“ anerkannt werden. Auch für diese Module wird eine Anerkennungsliste geführt.

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

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

Wahlbereich Überfachliche Ergänzung

Im Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ wählen Studierende überfachliche Ergänzungen (5 Credits, i.d.R. 1-2 Module) in den Bereichen Ethik, Philosophie, Sprache und transversale Schlüsselkompetenzen aus, um ihre Reflexionsfähigkeit, ihre gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Kontextkompetenz, ihre Sprachkompetenz und ihre Selbstentwicklung zu stärken. Das folgende Angebot, dessen gezielte Ausweitung geplant ist, steht zur Verfügung:

- ausgewählte Module der TUM School of Social Sciences and Technology (SOT) zur Stärkung der interdisziplinären Forschung und Lehre, die sich mit dem Wechselverhältnis von Technik und Gesellschaft sowie ethischen Fragen befassen,
- Modul „Ethikanträge in der Mensch-Technik Forschung“ (MW2457; 2 CP),
- wechselnde Angebote im Rahmen der Modulstudien Philosophie (TUM) der Hochschule für Philosophie München (HFPH),
- universitäre Sprachkurse in allen angebotenen Sprachen und auf allen Niveaustufen des europäischen Referenzrahmens (auch Deutsch-Sprachkurse für ausländische Studierende) an der TUM oder im Ausland,
- wechselnde Angebote im Bereich transversale Schlüsselkompetenzen des Zentrums für Schlüsselkompetenzen (ZSK):

<https://wiki.tum.de/pages/viewpage.action?pageId=963839191>

Der jeweils aktuelle Stand ist in TUMonline und auf den genannten Websites abrufbar. Mindestens 3 Credits müssen aus dem Bereich Ethik/Philosophie („Ethik des menschenzentrierten Ingenieurwesens“) gewählt werden.

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 oben genannten Wahlbereich. Vielmehr umfassen eine Vielzahl von Modulen, insbesondere im Bereich der International Experience, der Forschungspraxis und der Master`s Thesis, Elemente der Persönlichkeitsentwicklung.

Die TUM bietet zudem eine Vielzahl herausragender studentischer Initiativen. Bei dem studentischen Team *TUMBoring*¹⁵ sammeln Studierende praktische Erfahrungen in verschiedenen Bereichen wie Konstruktion und Entwicklung oder Management. Dem Team gelang es im September 2021, das Wettbewerbsfinale des von Elon Musk und seinem Tunnelbohrunternehmen „The Boring Company“ ausgerufenen „Not-a-Boring Competition“ in Las Vegas zu gewinnen. Es setzte sich damit erfolgreich gegen 390 andere Teams durch.

Im Rahmen von Studierendenwettbewerben (z. B. Tech4Bavaria-Challenge¹⁶) im Bereich Automation und Handwerk sollen Studierende zum einen fachliche Kompetenzen bei der konzeptionellen Planung, kaufmännischen Kalkulation und technischen Implementierung eines anspruchsvollen mechatronischen Systems aufbauen. Zum anderen soll Studierenden ermöglicht werden, durch die gemeinsame Arbeit im Team hilfreiche Soft Skills im Bereich Zeitmanagement, Teamorganisation und Ergebnispräsentation aufzubauen.

Die meisten dieser Initiativen haben Anschluss an eine oder mehrere Professuren, 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 Wirtschafts- und Sozialwissenschaften – in Teams

¹⁵ <https://tum-boring.com/de/unser-team> (Zugriff am 14.10.2022).

¹⁶ <https://www.mec.ed.tum.de/ais/wettbewerb/> (Zugriff am 14.10.2022).

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 Sponsorensuche.

Wahlbereich Forschungspraxis

Innerhalb des Wahlbereichs „Forschungspraxis“ entscheiden sich die Studierenden entweder für eine wissenschaftliche Arbeit im Rahmen eines Teamprojekts, eine Semesterarbeit oder ein Forschungspraktikum. Jede der drei genannten Optionen wird benotet und mit 11 Credits kreditiert. Für den Master „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ kommen hierfür insbesondere Arbeiten in den Bereichen der für die Mechatronik, Robotik und Biomechanik relevanten Fachdisziplinen und Forschungsschwerpunkte in Frage.

Teamprojekt

Durch die Teilnahme am Modul Teamprojekt üben die Studierenden Tätigkeiten einer Mechatronik-Ingenieurin/eines Mechatronik-Ingenieurs. Das Teamprojekt ist als Projektarbeit konzipiert. Jede*r Studierende bearbeitet üblicherweise ein Einzelprojekt, das in einem größeren Projektzusammenhang angesiedelt ist, in dem mehrere Studierende unter Anleitung einer/eines Prüfenden 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. Die Prüfenden unterstützen die Studierenden, indem sie zu Beginn der Arbeit in das Thema einführen, geeignete Literatur zur Verfügung stellen und Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung geben.

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 der Mechatronik mit den im Studium erlernten Methoden weitgehend eigenständig zu bearbeiten und gestützt auf die relevante Fachliteratur zu beurteilen. Ihr fundiertes Knowhow in der Nutzung von Software-Tools und / oder Programmiersprachen nutzen sie selbständig und zielgerichtet, um eine konkrete interdisziplinäre Problemstellung zu bearbeiten. 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. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Am Ende des Moduls sind die Studierenden darüber hinaus 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.

Semesterarbeit

Die Option „Semesterarbeit“ ist hinsichtlich Inhalt, Methoden und Zielsetzung mit dem Teamprojekt weitgehend identisch. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass hier ein Projekt in Einzelarbeit mit Unterstützung einer/eines Prüfenden bearbeitet wird. Semesterarbeit und Teamprojekt sind beide gleichermaßen geeignet, den Grundstein für eine Master's Thesis zu legen.

Forschungspraktikum

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

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

Das Modul „Master's Thesis“ knüpft inhaltlich, methodisch und in Bezug auf die Zielsetzung an die Forschungspraxis an und trägt dazu bei, die dort erworbenen Kompetenzen zu weiten und zu vertiefen. Auch im Rahmen der Master's Thesis arbeiten die Studierenden an einem interdisziplinären Ingenieurprojekt, das allerdings deutlich umfangreicher und anspruchsvoller ist als die Bachelor- bzw. Semesterarbeitsprojekte. Zwar steht auch hier ein*e Prüfende*r 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 der Bericht zum Seminar Wissenschaftliches Arbeiten - Aufbau (ZSK). Die Betreuung und Bewertung der Master's Thesis erfolgt durch eine fachkundig Prüfende bzw. einen fachkundigen Prüfenden der zum Themensteller bzw. die zur Themenstellerin für den Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ bestellt wurde.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus der Mechatronik eigenständig zu bearbeiten und mit dem Fachwissen aus dem Studium sowie mit relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird, eigene Methoden und Lösungsansätze zu entwerfen. Die Studierenden wenden erlernte

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

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 und vollständig innerhalb der vorgegebenen Vortragszeit verständlich und nachvollziehbar einem Fachpublikum vorstellen und vor diesem vertreten.

Im Seminar Wissenschaftliches Arbeiten - Aufbau (ZSK) erwerben die Studierenden vertiefende Kenntnisse zur Gestaltung ihrer Master's Thesis. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Erstellung der wissenschaftlichen Abschlussarbeit sollen verinnerlicht werden. Themenfelder sind hierbei schwerpunktmäßig die genannte Reflexionsfähigkeit zur eigenen wissenschaftlichen Arbeit, die Planung und Umsetzung des eigenen wissenschaftlichen Projekts, sowie wissenschaftliche Erkenntnisse in adäquater Art und Weise, basierend auf gängigen Standards, zu präsentieren. Das Recherchieren einschlägiger Literatur unter dem Aspekt der qualitativen Auswahl wird fokussiert und wissenschaftliche Literaturdatenbanken ausgewertet. Die Studierenden erlernen, durch die Recherche die Forschergruppen zu überblicken und im Themengebiet auf den aktuellsten Stand zu blicken. Dies ermöglicht, einen qualitativen Überblick über die Forschungsdebatten zum Thema zu gewinnen und zielführend wissenschaftliche Erkenntnisse in adäquater Art und Weise, basierend auf gängigen Standards, zu präsentieren. Weiterhin lernen die Studierenden, den Prozess des Schreibens der eigenen wissenschaftlichen Arbeit selbstbestimmt zu steuern und wissenschaftsethische Fragestellungen zu reflektieren und diese in das eigene Projekt einfließen zu lassen.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Administration

Organisatorisch ist der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ an der TUM ED angesiedelt. Der Großteil der Pflicht- und Wahlmodule wird durch das Lehrpersonal der ED angeboten. Vor allem das Munich Institute of Robotics and Machine

Intelligence (MIRMI) und die TUM School of Computation, Information and Technology (CIT) stellen weitere Module für diesen Studiengang zur Verfügung.

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

- **Allgemeine Studienberatung:**

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

E-Mail: studium@tum.de

Tel.: +49 (0)89 289 22245

- **Fachstudienberatung ED:**

Frau Dr.-Ing. Anna Reif

Studienberatung.me@ed.tum.de

+49 (0)89 / 289 15022

Raum: MW 0026a

- **Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:**

TUM Global & Alumni Office:

E-Mail: internationalcenter@tum.de

ED:

Frau Saskia Ammon

E-Mail: saskia.ammon@tum.de

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

Raum: MW 2011

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

- **Frauenbeauftragte an der ED:**

Dr. Annette Spengler

E-Mail: annette.spengler@tum.de

Tel.: +49 (0)89) 289 27102

- **Beratung barrierefreies Studium:**

TUM CST - Servicestelle für behinderte und chronisch kranke Studierende und Studieninteressierte

E-Mail: Handicap@zv.tum.de

Tel.: +49 (0)89 289 22737

dezentral: Frau Dr. Ingrid Mayershofer

E-Mail: ingrid.mayershofer@tum.de

Tel: +49 (0)89 / 289 15020

- **Bewerbung und Immatrikulation:**

Für das formale Bewerbungsverfahren ist das TUM CST, Abteilung Bewerbung und Immatrikulation zuständig.

TUM CST - Bewerbung und Immatrikulation

E-Mail: studium@tum.de

Tel.: +49 (0)89 289 22245

Im Rahmen der fachlichen Eignungsfeststellung (Eignungsverfahren) werden die Bewerberinnen und Bewerber betreut durch:

Frau Lisa Käsdorf und Frau Martina Sommer

Bewerbungen.me@ed.tum.de

+49 (0)89 / 289 15697

+49 (0)89 / 289 15696

Raum: MW 0026a

- **Beiträge und Stipendien:**

TUM CST – Beiträge und Stipendien (Semesterbeiträge, Stipendien)

E-Mail: beitragsmanagement@zv.tum.de

- **Zentrale Prüfungsangelegenheiten:**

Die zentralen Prüfungsangelegenheiten (Bescheide, Abschlussdokumentationen) liegen beim CST, Graduation Office and Academic Records, Campus Garching.

- **Dezentrale Prüfungsverwaltung:**

Die dezentrale Prüfungsverwaltung obliegt dem Masterprüfungsausschuss Maschinenwesen.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

Schriftführerin: Frau Rosemarie Nadig

mpa.me@ed.tum.de

+49 (0)89 / 289 15695

Raum: MW 0012

Sachbearbeitung: Frau Korinna Schroll
mpa.me@ed.tum.de
+49 (0)89 / 289 15693
Raum: MW 0011a

Frau Simona Iacintiuc
mpa.me@ed.tum.de
+49 (0)89 / 289 15694
Raum: MW 0011a

- **Qualitätsmanagement Studium und Lehre**

TUM CST - Studium und Lehre - Qualitätsmanagement:

www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/

ED:

Studiendekan: Prof. Dipl. Arch. ETH Mark Michaeli
E-Mail: vicedean_study_teaching@ed.tum.de

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

Organisation QM-Zirkel: Dr. Ingrid Mayershofer
E-Mail: ingrid.mayershofer@tum.de

Evaluationsbeauftragte: Sandra Spindler-Kozlik
E-Mail: evaluation@ed.tum.de

Koordination Modulmanagement Dr.-Ing. Anna Reif
E-Mail: modulverwaltung@ed.tum.de

Die Gesamtverantwortung sowie Koordination liegt beim jeweils amtierenden Academic Program Director. Seit 2022 ist dies Herr Prof. Dr.-Ing. Veit Senner. Er wird bei der Wahrnehmung der damit verbundenen Aufgaben unterstützt durch Frau Dr. Ingrid Mayershofer (Tel.: +49 (0)89 / 289 - 15020; ingrid.mayershofer@tum.de) und Frau Dr.-Ing. Anna Reif (Tel: +49 0(89) / 289 – 15022; anna.reif@tum.de).

8 Entwicklungen im Studiengang

Der Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ nimmt die Traditionslinie des nunmehr auslaufenden Masterstudiengangs Mechatronik und Robotik auf. Ein wesentlicher Unterschied zu seinem Vorgänger besteht in der deutlich gesteigerten Interdisziplinarität des Studienangebots und der Stärkung des systemtechnischen Denkens sowie der Kompetenz zum Entwurf mechatronischer Systeme. Darüber hinaus wird der Mensch und die

Mensch-Mechatronik-Schnittstelle stärker ins Zentrum des Studiengangs gestellt, v.a. durch den neuen Wahlbereich „Biomechanik“, um dem Menschen mehr Raum im Studiengang zu geben.

Damit wird zum einen auf die künftigen Bedarfe der Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber reagiert, die im letzten erweiterten Qualitätsmanagementzirkel zum Studiengang ausführlicher thematisiert worden sind. Zum anderen geht diese Neuausrichtung Hand in Hand mit Veränderungen auf der personellen sowie der strukturellen Ebene: An der ED steht die Neuberufung einer Professur für Biomechanik bevor, die maßgeblich an der Lehre im Studiengang mitwirken wird. Darüber hinaus orientiert sich die Weiterentwicklung des Studiengangs an dem Kompetenzprofil und dem neuen Lehrkonzept der TUM in Bezug auf die neuen School-Strukturen und übergreifenden Integrated Research Institutes.

Mit der strategischen Erweiterung des Kompetenzprofils um den Themenbereich „Mensch und Biomechanik“ ist auch der Gedanke verbunden, vermehrt weibliche Interessentinnen anzusprechen, die derzeit mit einem Anteil von 17% im Studiengang deutlich unterrepräsentiert sind.¹⁷ Wie zugkräftig menschenzentrierte ingenieurwissenschaftliche Studiengänge auf weibliche Studierende wirken können, zeigt z. B. der TUM M.Sc. „Human Factors Engineering“ mit einer Frauenquote von über 50%.

Eingedenk der Tatsache, dass das vielfältige und schillernde Zukunftsthema „Digitalisierung“ nicht im Alleingang auf der Grundlage des Wissensstandes einer Disziplin sinnvoll bearbeitet werden kann, hat die ED den neuen Studiengang äußerst interdisziplinär angelegt. Die Studierenden haben die Möglichkeit, im Rahmen ihres Wahlbereichs Mastermodule neben geeigneten Modulen aus dem Mechanical Engineering auch aus einem vorgegebenen Katalog an Modulen aus der Elektro- und Informationstechnik und der Informatik zu wählen. Zusätzlich steht es ihnen frei, im Rahmen des Wahlbereichs „Flexibilisierung/Vertiefende Wahlbereiche“ weitere Module aus den genannten oder anderen Departments oder Schools zu wählen. Auch Hochschulpraktika, Überfachliche Ergänzungen und International Experience-Module sowie Studienarbeiten können in einem bestimmten Umfang an anderen Schools der TUM erbracht werden.

Die Prinzipien Interdisziplinarität und Flexibilisierung machen aber nicht an den Grenzen der TUM Halt: Die Anerkennung von ingenieurwissenschaftlichen Modulen, die an anderen in- und ausländischen Hochschulen erbracht wurden, wird ebenfalls erleichtert, was zusätzlich zu einer Steigerung der Internationalität des Studiengangs beiträgt. Durch die International Experience wird die internationale Ausrichtung und Ausbildung der Studierenden stärker im Studienplan sichtbar.

Für die Studierenden wird der Studiengang somit nicht nur interdisziplinärer, flexibler, internationaler und aktueller. Er eröffnet über den Wahlbereich „Flexibilisierung/Vertiefende Wahlbereiche“ auch gewisse Spielräume zur Individualisierung des Studienprogramms. Die Zuordnung der Mastermodule zu sechs thematischen Wahlbereichen (Mastermodule) – Gesamtsystem, Regelungstechnik, Mechanik, Mensch und Biomechanik, Elektrotechnik inkl. Energietechnik und Informatik – erleichtert darüber hinaus die Orientierung und steigert die Transparenz des Studienangebots.

Insgesamt ist ein zukunfts- und wettbewerbsfähiger Studiengang entstanden, an dessen Weiterentwicklung wir kontinuierlich arbeiten: Let's engineer the future!

¹⁷ TUM-Dashboard, Studienfälle Mechatronik und Robotik, Stand SoSe 2022, Zugriff am 04.10.2022.