

# Studiengangsdokumentation

## Masterstudiengang

### Medizintechnik

Teil A  
School of Engineering and Design  
Technische Universität München

## Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: School of Engineering and Design  
Professional Profile Mechanical Engineering
- Bezeichnung: Medizintechnik
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit, Präsenzstudiengang
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV - Master)
- Starttermin: Sommersemester (SoSe) 2024
- Sprache: Deutsch (und Englisch)
- Hauptstandort: Garching
- Ergänzende Angaben: —
- Academic Program Director: Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:  
Prof. Dr.-Ing. Harald Klein  
E-Mailadresse: [harald.klein@tum.de](mailto:harald.klein@tum.de)  
Telefonnummer: +49 (89) 289 - 16500
- Erstfassung vom: 01.04.2024
- Stand vom: 22.01.2026

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Studiengangsziele</b> .....	<b>4</b>
1.1	Zweck des Studiengangs .....	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	6
<b>2</b>	<b>Qualifikationsprofil</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Zielgruppen</b> .....	<b>14</b>
3.1	Adressatenkreis .....	14
3.2	Vorkenntnisse .....	14
3.3	Zielzahlen .....	15
<b>4</b>	<b>Bedarfsanalyse</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Wettbewerbsanalyse</b> .....	<b>19</b>
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse .....	19
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	21
<b>6</b>	<b>Aufbau des Studiengangs</b> .....	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten</b> .....	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Entwicklungen im Studiengang</b> .....	<b>41</b>

# 1 Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

Die Entwicklung, dass Menschen immer älter werden, setzt sich bisher weiter fort. Neben besseren Lebensbedingungen ist dies vor allem dem medizinischen Fortschritt zu verdanken. Dadurch gilt es aber, sich zunehmend neuen Herausforderungen zu stellen, beispielsweise in Bezug auf den Ressourcen- und Fachkräftemangel im Gesundheitswesen oder auch dem Mangel an Spenderorganen. Außerdem müssen im Bereich ‚Unterstützung beim selbstbestimmten Altern‘ vielfältige Aufgaben gelöst werden.

Der Einsatz von Medizintechnik bietet hier Hilfestellungen, indem Lösungen zur Effizienzsteigerung entwickelt und in den Einsatz gebracht werden. So werden bereits heute Eingriffe von Ärztinnen und Ärzten und dem Gesundheitsfachpersonal auf der Grundlage von Voruntersuchungen und Bildgebungen am Rechner geplant und im Operationsraum durchgeführt. Dabei erfassen Sensoren Daten im Zusammenhang mit dem Operationsfortschritt, der Position von Instrumenten und der Funktion von Geräten. So wird eine Unterstützung möglich, die es dem Operationsteam erlaubt, seine Planungen umzusetzen ohne Risikostrukturen zu verletzen. Infolgedessen kommen vermehrt minimalinvasive Operationen zum Einsatz, die nicht nur Patientinnen und Patienten, sondern durch die kürzeren Verweilzeiten in Kliniken auch Ressourcen und Umwelt schonen.

Und bereits jetzt kommen Geräte, Hilfsmittel und Assistenzsysteme zum Einsatz, um den Herausforderungen einer immer älter werdenden Gesellschaft zu begegnen. Ziel ist es hierbei, Systeme und Geräte weiterzuentwickeln, die der immer höheren Lebenserwartung Rechnung tragen und ein gesundes und autonom gestaltetes Alter ermöglichen. Das bedeutet, dass Vorsorge, angepasste Pflege und Rehabilitation insbesondere für ältere aber auch chronisch kranke oder behinderte Personen sowohl innerhalb als auch außerhalb von Krankenhäusern immer mehr an Bedeutung gewinnen. Vor allem in diesem Bereich spielen Assistenzsysteme, welche die körperlichen Herausforderungen der Betroffenen selbst sowie die des Pflegepersonals und die Durchführung von Rehabilitationsmaßnahmen erleichtern können, eine immer wichtigere Rolle. Nur durch die Weiterentwicklung solcher technischen Unterstützungssysteme kann dem zunehmenden Mangel an Pflegepersonal etwas entgegengesetzt werden.

Neben immer innovativeren Operationstechniken und Assistenz bei Pflege und Unterstützung des selbstbestimmten Lebens im Alter gibt es weitere Ansätze, den oben angesprochenen Herausforderungen im Gesundheitswesen zu begegnen. Tissue Engineering and Regenerative Medicine (TERM) ist ein schnell wachsender Forschungsbereich, der das Potenzial hat, Lösungen zu bieten, von denen die meisten auf die begrenzte Fähigkeit des menschlichen Körpers zur Reparatur und Regeneration von defektem Gewebe zurückzuführen sind. TERM bietet Ansätze zur Wiederherstellung, Erhaltung und Rekonstruktion der natürlichen Funktion des Gewebes, indem lebende Implantate mit biologischen und mechanischen Eigenschaften bereitgestellt werden, die den gesunden Gegenstücken entsprechen. Somit wird das Implantat ein körpereigenes lebendiges Teil der Patientin bzw. des Patienten und bietet somit eine Alternative zur Gewebe- oder Organtransplantation. Darüber hinaus besitzen gezüchtete (tissue-engineered) Gewebe das Potential, mit der Patientin bzw. dem Patienten mitwachsen zu können, was für die Pädiatrie von großer Bedeutung ist.

Eine andere Möglichkeit, die Tissue Engineering anbietet, ist die Verwendung von gezüchteten menschlichen (möglicherweise) patientenspezifischen Zellkonstrukten als In-vitro-3D-Modelle für die Modellierung von (patho)physiologischen Prozessen und für die Verwendung als Testplattform (z. B. für Arzneimitteltests, Krebsforschung). Eine sehr wichtige Rolle im Bereich Tissue Engineering spielt additive Fertigung, um die Gerüste für diverse Zellen und Anwendungen herstellen zu können.

Ziel des Masterstudiengangs Medizintechnik (MT) ist die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren, die interdisziplinär an der Schnittstelle zwischen Maschinenbau, Elektrotechnik, Informationstechnik, Medizin und Physik arbeiten. Sie werden eingesetzt als Entwicklerinnen und Entwickler im Bereich der Medizintechnik, z. B. als Produktentwicklerinnen und -entwickler im Bereich mechatronische Gerätentwicklung für medizinische Anwendungen wie die computerunterstützte Chirurgie. Sie sollen so ausgebildet werden, um die oben beschriebenen Anwendungen weiterzuentwickeln und neue innovative Ansätze vorzudenken. Dazu sind natürlich auch Kenntnisse im Bereich der Zulassung von Medizinprodukten unerlässlich. Die Ausbildung von Fachkräften und Expertinnen und Experten ist daher das übergeordnete Ziel des Masterstudiengangs MT.

Im Masterstudiengang MT der TUM School of Engineering and Design (ED) haben die Studierenden die Möglichkeit, wissenschaftliche und praxisbezogene Methodenkompetenzen und Fachkenntnisse an der Grenze zwischen den notwendigen Disziplinen zu erwerben. Fachwissen und Kompetenzen, welche schon im Rahmen des Bachelorstudiums erworben wurden, können in Form einer individuellen Schwerpunktsetzung auf den Gebieten Werkstoffe, Gerätetechnik und regulatorische Anforderungen vertieft werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass die Studierenden ein charakterisierendes Profil in den Bereichen Kinematik und Robotik, Elektronik und Regelung, Informationstechnik, Additive Fertigung und Design oder speziellen Querschnittsfächern erlangen.

Der reformierte Masterstudiengang MT gewährleistet durch die oben genannten Schwerpunkte und Profildbereiche eine fundierte interdisziplinäre Ausbildung, die auf die Entwicklung zukünftiger Lösungen im Bereich der Medizintechnik vorbereitet und Spezialistinnen und Spezialisten für die Bewältigung neuer Herausforderungen fit macht. Entwicklungen und Fortschritte in Bereichen der minimalinvasiven Chirurgie, der Biokompatibilität, der Hämokompatibilität und Sterilisierbarkeit von neuen Werkstoffen, mit denen Implantate aus dem 3D-Drucker gefertigt werden können, von Systemen und Exoskeletten zur Rehabilitation oder zur körperlichen Unterstützung von Pflegekräften und alten Personen müssen durch exzellente Ingenieurinnen und Ingenieure vorangetrieben, und in den Einsatz gebracht werden. Ebenso sind Kenntnisse regulatorischer Anforderungen in Bezug auf die Planung und Auswertung (klinischer) Studien, die Erstellung von Medizinproduktakten und die Zulassung von Medizinprodukten von großer Bedeutung. Der Masterstudiengang MT berücksichtigt und behandelt diese vielfältigen Aspekte.

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Ein zentraler Leitsatz<sup>1</sup> der TUM lautet: „*In ihrem Grundverständnis als Dienerin der Gesellschaft ist die Technische Universität München dem Innovationsfortschritt auf Wissenschaftsgebieten verpflichtet, die das Leben und Zusammenleben der Menschen nachhaltig zu verbessern versprechen*“. Alle Fakultäten und Schools der TUM, darunter auch die ED, haben die Aufgabe, an Lösungen für die Herausforderungen der Zukunft zu forschen und ihre Studierenden auf diese vorzubereiten.

Die Medizintechnik ist dabei die Ingenieurdisziplin, welche mit ihren Produkten dem Menschen am nächsten kommt. Die School of Engineering and Design wird durch die Ausbildung in diesem Bereich dem Bedarf an solchen Ingenieurinnen und Ingenieuren gerecht (Details dazu werden in Kapitel 4 erläutert). So zielt der Studiengang konkret darauf ab, Ingenieurinnen und Ingenieure auszubilden, die auch auf die Medizin außerhalb der Klinik in den Bereichen Gesundheit, Pflege, Rehabilitation und Prävention ihren Fokus und ihren Innovationsgeist legen. Die Absolventinnen und Absolventen kennen die Methoden zum Entwurf von Geräten, die Grundlagen der Genauigkeit und Präzision sowie konstruktionsmethodische Aspekte, sowie die Bedeutung von medizinischen Unterstützungssystemen auch außerhalb des Krankenhauses. Im Studiengang werden Fragen der Zulassung gemäß DIN EN ISO 13485 sowie die vertiefte Behandlung regulatorischer Anforderungen und des Studiendesigns thematisiert. Werkstofftechnische Fragestellungen und fertigungstechnische Möglichkeiten bis hin zu individualisierten Medizinprodukten aus dem 3D-Drucker werden ebenso beleuchtet. Diese einzigartige Kombination verschiedener Aspekte der Medizintechnik bedient, wie in Kapitel 5 detailliert erläutert wird, derzeit keine weitere Hochschule innerhalb Deutschlands und im deutschsprachigen Raum. Durch die strategisch so wichtige und wertvolle Ausrichtung des Masterstudiengangs sieht sich die ED nicht nur dem oben genannten Leitbild der TUM verpflichtet, sondern erfüllt dies durch diesen Masterstudiengang in vielfältiger Weise.

Neben diesen inhaltlichen Aspekten des Masterstudiengangs Medizintechnik, die das Leben und Zusammenleben der Menschen nachhaltig verbessern, spielen weitere Punkte in der strategischen Bedeutung des Studiengangs eine besondere Rolle. Er ist eingebettet in die fast 40 Studiengänge der ED<sup>2</sup>. Folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Anzahl der in den Studienrichtungen der ED angebotenen Studiengänge.

---

<sup>1</sup> [www.tum.de/die-tum/die-universitaet/leitbild/](http://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/leitbild/) (Zugriff am 29.03.2023)

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

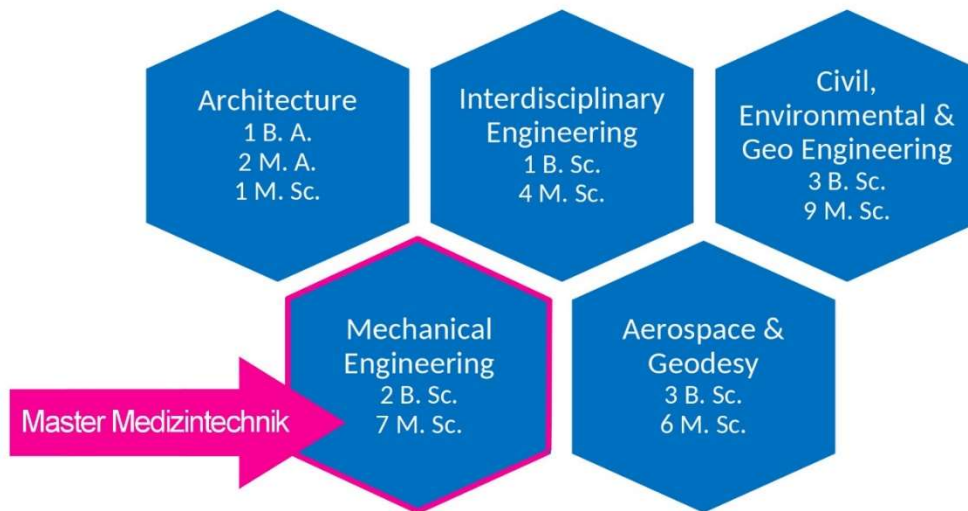


Abbildung 1: Studienrichtungen an der ED

Die Verbindung von Lehre und Forschung ist ein wesentliches Fundament der akademischen Ausbildung an der ED. Alle Professorinnen und Professoren der ED 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. Die Medizintechnik ist an der TUM an vielen Stellen sowohl in der Forschung als auch in der Lehre verankert. Zu nennen ist darunter das Munich Institute of Biomedical Engineering (MIBE). Unter seinem Dach arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf den Gebieten Bildung, Biomaterialien, Biochemie und Biomedizinische Technologien zusammen. Das Team besteht aus Mitgliedern vieler TUM-Schools und -Forschungszentren, u. a. auch aus dem Bereich Mechanical Engineering. In der Medizin arbeitet die interdisziplinäre Forschungsgruppe MITI (Minimal-invasive Interdisziplinäre Therapeutische Intervention) eng mit dem Mechanical Engineering zusammen. Bei den Forschungsarbeiten legt das MITI besonderen Wert auf die Anwendbarkeit der Entwicklungen im klinischen Alltag. Dies wird bei jedem Projekt durch die enge Zusammenarbeit von Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie klinisch tätigen Ärztinnen und Ärzten erreicht. Daraus und aus weiteren Projekten der beteiligten Lehrstühle resultierende aktuelle Forschungsergebnisse werden in die Lehre eingebunden, und die Studierenden erhalten die Möglichkeit, in vielfältiger Weise an diesen Projekten mitzuwirken. Die Verknüpfung von Forschung und Lehre zeigt sich auch auf der Ebene des Masterstudiengangs durch eine besondere Betonung von forschungsorientierten Ansätzen in Lehrveranstaltungen und eigenständigen studentischen Forschungsleistungen, etwa in der Forschungspraxis und der Master's Thesis.

In der Ausbildung der Medizintechnik sieht sich die ED somit an der Spitze der einschlägigen deutschen Fakultäten. Die Mitgliedschaft im Doppeldiplomprogramm „TIME“ (Top Industrial Managers

Europe)<sup>3</sup>, das mit renommierten Partnern wie der Ecole Polytechnique<sup>4</sup> in Paris, der Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales<sup>5</sup> in Madrid und dem Royal Institute of Technology (KTH)<sup>6</sup> in Stockholm durchgeführt wird, tragen zur Internationalisierung der Lehre wesentlich bei, was ein weiteres strategisches Ziel der School ist. Um das Studienangebot im Bereich der Medizintechnik auch für internationale Studierende zu öffnen, die nicht an der TUM eingeschrieben sind, baut zum Beispiel der Lehrstuhl für „Medizintechnische Materialien und Implantate“ von Frau Professor Mela sein Angebot im Rahmen der EuroTeQ University<sup>7</sup> aus: Ab dem WiSe 23/24 stehen dort drei Module pro Jahr zum Online-Studium zur Verfügung.

Diese besonderen Merkmale des Studiengangs und der ED (inhaltliche Ausrichtung, Verbindung von Lehre, Forschung und Praxis, Internationalisierung) und die Verankerung in der Metropolregion München mit ihren Medizintechnik-Firmen sind Vorteil und Nutzen in der Ausbildung motivierter und wissbegieriger Studierender.

---

<sup>3</sup> [www.time-association.org/double-degrees/](http://www.time-association.org/double-degrees/) (Zugriff am 28.03.2023)

<sup>4</sup> [www.polytechnique.edu/en](http://www.polytechnique.edu/en) (Zugriff am 28.03.2023)

<sup>5</sup> [www.etsii.upm.es](http://www.etsii.upm.es) (Zugriff am 28.03.2023)

<sup>6</sup> [www.kth.se/en](http://www.kth.se/en) (Zugriff am 28.03.2023)

<sup>7</sup> <https://www.international.tum.de/global/euroteq/>

## 2 Qualifikationsprofil

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

### Wissen und Verstehen

Die Absolventinnen und Absolventen haben ein fundiertes Fach- und Methodenwissen in den Bereichen der Medizintechnik erworben. Durch die Verteilung des Lehrangebots auf drei Schwerpunktbereiche ((I) Mechatronik & Gerätetechnik, (II) Medical Technology und (III) Regularien & Studiendesign; vgl. Kapitel 6, Abbildung 7), aus denen jeweils ein Minimum an Modulen gewählt werden muss, ist der Erwerb von vertiefenden Kenntnissen und Kompetenzen in allen zentralen Themengebieten der Medizintechnik, die in Kapitel 1.1 adressiert wurden, gewährleistet. Die Absolventinnen und Absolventen sind auch in der Lage, durch das detaillierte und kritische Verständnis zu abstrahieren und sich selbstständig weiteres Wissen anzueignen. Durch die Wahl weiterer Module aus fünf Profildbereichen haben die Absolventinnen und Absolventen darüber hinaus Akzente in ihrer Ausbildung gesetzt oder einzelne Themengebiete vertieft.

Durch den **ersten Schwerpunktbereich** (Mechatronik und Gerätetechnik) sind die Absolventinnen und Absolventinnen in der Lage zu erkennen, wo Medizingeräte z. B. die Chirurgie im Klinikalltag sinnvoll unterstützen können. Sie verstehen die Wirkungsweise der Geräte, kennen die grundlegenden Algorithmen zu deren Programmierung und können sie problemorientiert anwenden. Absolventinnen und Absolventen können abschätzen, für welche Anwendungen solche mechatronischen Systeme zum Einsatz kommen können und wo deren Stärken liegen. Sie sind in der Lage, den kinematischen Aufbau von Mechanismen zu erfassen und in eine Form zu überführen, die eine einfache grafische Analyse erlaubt. Auf dieser Grundlage können Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Krümmungsverhältnisse nicht nur erfasst, sondern in ihrem Zusammenhang verstanden und analysiert werden. Dieses Wissen ist sowohl für die minimalinvasive Chirurgie wie auch zur Auslegung von Unterstützungssystemen im Alltag notwendig.

Der **zweite Schwerpunktbereich** (Medical Technology) umfasst neben Grundlagen auch vertiefte Techniken zu Werkstoffen, Implantaten und additive Fertigungsverfahren in der Medizintechnik. So werden Kenntnisse in der Anatomie, Physiologie und Pathologie der Organsysteme erworben, die es den Absolventinnen und Absolventen ermöglichen, eigenständige Analysen ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen der Medizintechnik durchzuführen. Sie entwickeln Lösungen im Bereich des Tissue Engineering und können Fragestellungen kritisch bewerten. Die Absolventinnen und Absolventen besitzen sowohl Grundlagenkenntnisse in der Entwicklung von patientenspezifischen Zellkonstrukten für die Entwicklung von Implantaten als auch von In-vitro-3D-Modellen für

die Modellierung von (patho)physiologischen Prozessen und deren Verwendung als Testplattform (z. B. für Arzneimitteltests).

Durch den Besuch der Module im **dritten Schwerpunktbereich** (Studiendesign und Regularien) sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage, z. B. Medizinprodukte selbstständig bis zur Zulassung zu entwickeln, geeignete Stellen zu Rate zu ziehen und effektiv ein Qualitätsmanagementsystem anzuwenden. Sie kennen die zentralen statistischen Verfahren zur Auswertung mehrfaktorieller Versuchspläne, wenden diese Verfahren (mehrfaktorielle ANOVA mit und ohne Messwiederholung, multiple Regression) auf neue Datensätze an und interpretieren die dazugehörigen Ergebnisse. So können sie auch Unterschiede zwischen klassischen Hypothesentests und der Vorgehensweise im Rahmen der Bayes Statistik nachzuvollziehen.

Je nach Wahl im sog. **Profilbereich** (vgl. Kapitel 6, Abbildung 6) weisen die Absolventinnen und Absolventen u. a. folgende Qualifikationen auf:

#### *Kinematik und Robotik:*

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, grundlegende Regelungskonzepte in elektrischen Antriebssystemen (Optimierungsverfahren für Strom-, Drehzahl-, Lage-Regelkreise) zu implementieren. Sie können selbstständig Regler für elektrische Antriebe entwerfen, auslegen und optimieren sowie das statische und dynamische Verhalten eines geregelten elektrischen Antriebes bewerten. Sie können somit typische Aufgabenstellungen in der Kinematik, Dynamik, Regelung und Optimierung von Robotern lösen, die vor allem bei deren Benutzung im Operationssaal von großer Bedeutung sind, geht es dabei doch um die Sicherheit der Patientinnen und Patienten.

#### *Elektronik und Regelung:*

Die Absolventinnen und Absolventen verstehen das Konzept der strukturierten, torbasierten Modellbildung, das auf der Trennung von Leistungsstruktur, Dynamik und Konstitutivgleichungen beruht. Sie sind in der Lage, Systeme mit konzentrierten Energiespeichern auf diese Weise zu modellieren und ihre Zustandsdarstellung in port-Hamiltonscher Form herzuleiten. Sie kennen die Grundmechanismen der energiebasierten Regelung und können sie, nach der Überprüfung ihrer Anwendbarkeit, auf endlich-dimensionale Systeme anwenden.

#### *Informationstechnik:*

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, moderne Methoden der künstlichen Intelligenz allgemein anzuwenden sowie Anwendungsfälle speziell im Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik zu analysieren. D. h. sie können intelligente automatisierungstechnische Systeme analysieren, auf Grundlage der vermittelten Methoden unterschiedliche Entwurfskonzepte bewerten, bei einer gegebenen Problemstellung eine adäquate Lösung modellieren und entwickeln sowie die Herausforderung beim Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz in der Automatisierungstechnik bzw. in der Domäne der eingebetteten Systeme erkennen. Sie werden so in die Lage versetzt, Software als Medizinprodukt zu sehen und deren Entwurf entsprechend regulatorischen Anforderungen zu dokumentieren.

### *Additive Fertigung und Design:*

Die Absolventinnen und Absolventen verstehen die Schritte der Produktentwicklung und Strukturoptimierung. Sie sind in der Lage, Produkte zu planen, zu konstruieren, zu analysieren, zu evaluieren und zu verbessern. Sie verstehen also modellbasierte Entwurfsaufgaben als Optimierungsaufgaben und kennen die für die Praxis wesentlichen mathematischen Grundlagen und Lösungsalgorithmen. Sie kennen die Anforderungen, Randbedingungen und Einflussfaktoren, die den Produktentwicklungsprozess beeinflussen und können ihr Wissen in Bezug auf Prozessmodelle und Methoden auf andere Produkte übertragen. Außerdem sind die Absolventinnen und Absolventen vertraut mit den Möglichkeiten der additiven Fertigung und können das Produktdesign dahingehend optimieren. Auch das für die medizinische Zulassung notwendige Kapitel ‚Änderungsmanagement‘ wird hier ausgebildet, um die Absolventinnen und Absolventen beim Aufbau einer Produktakte zu unterstützen.

### *MedTech-Querschnittsfächer:*

Durch die Wahl von Modulen aus diesem Profilbereich werden die Studierenden befähigt, über den Tellerrand des klassischen Maschinenbaus hinaus in angrenzende und verwandte Bereiche wie beispielsweise die Ergonomie zu blicken und grundlegende Methoden des Maschinenbaus auf biologische Systeme zu übertragen. Die Absolventinnen und Absolventen wenden z. B. fluidmechanische Prinzipien an, um biologische Vorgänge (insbesondere fluidmechanische Vorgänge im Körper) abzubilden. Sie sind in der Lage, Strategien der Informationsverarbeitung der Sinnesorgane zu analysieren, auf technische Systeme zu übertragen und nichtlineare Systeme zu modellieren sowie ihre Dynamik zu berechnen und zu analysieren. Oder sie können Mechanismen des menschlichen Verhaltens analysieren und hinsichtlich der Zuverlässigkeit kontextspezifisch anwenden, menschliche Fehler klassifizieren und entsprechende Fehlermodelle anwenden, Risiken analysieren und passende Abwehrstrategien sowie Regeln zur Gestaltung robuster Systeme anwenden.

Die Absolventinnen und Absolventen sind zusammenfassend in der Lage, das Fachwissen der beteiligten Disziplinen (also nicht nur Maschinenwesen, sondern auch Elektrotechnik, Informatik, Medizin, Physik) zu vernetzen und Systeme, welche in der Medizingerätetechnik zum Einsatz kommen, unter allen genannten Gesichtspunkten der jeweiligen Schwerpunkt- und Profilbereiche zu betrachten. Die Behandlung medizintechnischer Systeme während des Gesamtlebenszyklus sowie deren Optimierung hinsichtlich der Produkt- und Produktionsqualität setzt sowohl Fachwissen in Disziplinen des Maschinenwesens als auch Kenntnisse der interdisziplinären Zusammenhänge voraus, welche im Masterstudiengang MT erworben werden. Aber auch rechtliche Gesichtspunkte der Zulassung und Aspekte des dazu notwendigen Studiendesigns lernen die Studierenden kennen und anwenden.

Mit dem so erworbenen Wissensverständnis sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage anwendungsorientierte und wissenschaftliche Probleme der Medizintechnik zu lösen. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen gleichermaßen über ein breites Wissen sowie über ein Wissen in Spezialbereichen. Der Masterstudiengang zielt dabei auf einen weiteren Wissenserwerb ab, aufbauend auf den Bachelorstudiengang Maschinenwesen oder einen vergleichbaren Studiengang. Eine zusätzliche Wissensvertiefung bildet dabei die Grundlage für die Entwicklung und Anwendung eigenständiger Ideen.

### Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen:

Das erlangte vertiefte Fachwissen und die methodische Lösungsfindungskompetenz im interdisziplinären Feld der Medizintechnik können die Absolventinnen und Absolventen auch auf unerwartete, neue oder hochkomplexe Probleme und Aufgabenstellungen anwenden bzw. transferieren. Sie sind zur Lösung dieser Probleme sowohl auf Basis anwendungsbasierter als auch grundlagenorientierter Methodik befähigt und können dabei neuere Entwicklungen und Trends in der Medizintechnik einbeziehen. Die Bandbreite reicht hier von minimalinvasiver Chirurgie über Werkstoffe für Implantatentwicklung und additive Fertigungsverfahren für patientenspezifische Medizinprodukte oder Exoskelette bis zu Konzepten und Methoden anderer Disziplinen wie der Elektro- und Informationstechnik mit der Benutzung von Mikrocontrollern und der Beherrschung von Echtzeitanforderungen. Im Bereich der wissenschaftlichen Innovationen werfen die Absolventinnen und Absolventen aktuelle Forschungsfragen im Bereich der MT (z. B. Entwurf von Systemen zur Rehabilitation oder zur körperlichen Unterstützung von Pflegekräften und alten Menschen) auf und lösen diese durch geeignete Wahl der Forschungsmethoden. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen, zu validieren, zu dokumentieren und zu kommunizieren. Dies ist unter anderem eine Kompetenz, die für die Erstellung einer Produktakte notwendig ist, die wiederum für die Zulassung von Medizingeräten unabdingbar ist.

### Kommunikation und Kooperation:

Durch die im Studium eingebauten Projektarbeiten beherrschen die Absolventinnen und Absolventen die interdisziplinäre Kommunikation und sind in der Lage, konstruktiv und lösungsorientiert im Team mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern anderer Disziplinen und Nationen zu arbeiten. Im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Arbeiten haben sie gelernt, ihre Ergebnisse sowohl mündlich als auch schriftlich zielgruppengerecht zu kommunizieren.

Der Kommunikation und Kooperation kommt bei dem gesellschaftlich bedeutsamen Bereich der Medizintechnik mit ihren Aufgaben besonders rund um die alternde Gesellschaft eine besondere Bedeutung zu. Dies umfasst auch die ziel- und situationsorientierte Einbeziehung aller relevanten gesellschaftlichen Akteure und Gruppen und den kritischen Dialog mit diesen auf Sach- und Fachebene, zu denen die Absolventinnen und Absolventen befähigt werden. Darüber hinaus erkennen sie kritische Aspekte der Zusammenarbeit mit anderen, können diese reflektieren und in ein konzeptionelles, lösungsorientiertes Handeln überführen.

### Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität:

Die Absolventinnen und Absolventen sind nicht nur für verantwortungsvolle und anspruchsvolle Aufgaben in der Industrie (Forschung und Entwicklung, Konstruktion und Simulation, Projektleitung, Fertigung, Qualitätsmanagement, Zulassung und Vertrieb) geeignet, sondern qualifizieren sich insbesondere auch für weiterführende Forschungstätigkeiten. Ein professionelles Handeln in Wissenschaft und Industrie fußt dabei auf dem erworbenen theoretischen/fachlichen und methodischen Wissen und der erworbenen Kompetenz, Lösungen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen. Das eigene Handeln wird dabei reflektiert und hinsichtlich der gesellschaftlichen Erwartungen und Anforderungen hinterfragt.

Vor allem bei der Entwicklung von Produkten sind diese Fähigkeiten von großer Bedeutung. So unterstützen z. B. Sensoren Ärztinnen und Ärzte und die im OP befindlichen Geräte, damit Operationen ohne Risikostrukturen zu verletzen durchgeführt werden können. Die Bedeutung von Assistenzsystemen wird vor allem bei der Unterstützung von Menschen in der Pflege (sowohl Gepflegte als auch Pflegende) deutlich. Ein reflektierter und verantwortungsvoller Umgang mit dem eigenen Wissen ist dabei von großer Bedeutung.

Zusammenfassend bildet der Masterstudiengang MT die Studierenden sowohl im Hinblick auf eine wissenschaftliche Forschungskompetenz als auch berufsbezogen und anwendungsorientiert aus. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Tätigkeiten im interdisziplinären Kontext auszuüben und eine Brückenfunktion zwischen den verschiedenen Tätigkeitsbereichen (Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Produktion etc.) sowie verschiedenen Fachdisziplinen (Maschinenbau, Informatik, Elektrotechnik, Medizin, Physik, Gesundheitswissenschaften) einzunehmen. Sie entwickeln ihr Wissen weiter und setzen es in der Industrie und zum Nutzen der Gesellschaft ein.

## 3 Zielgruppen

### 3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang MT richtet sich in besonderer Weise an die Absolventinnen und Absolventen des TUM-Bachelorstudiengangs „Maschinenwesen“, aber auch an Bachelorabsolventinnen und -absolventen der Elektro- und Informationstechnik mit einem Interesse an medizintechnischen Fragestellungen. Bei der Entwicklung des Curriculums wurde insbesondere darauf geachtet, dass Kenntnisse und Kompetenzen aus dem genannten Bachelorstudiengang im Bereich der Medizintechnik gezielt vertieft und erweitert werden. Bachelorabsolventinnen und Bachelorabsolventen des Joint-Degree-Programms „Ingenieur- und Werkstoffwissenschaften“ mit der Universität Salzburg<sup>8</sup> sowie des ED-Bachelorstudiengangs „Ingenieurwissenschaften“ gehören zum erweiterten internen Adressatenkreis.

Nationale und internationale Absolventinnen und Absolventen eines Bachelorstudiengangs oder Personen mit vergleichbaren Abschlüssen im Maschinenbau oder der Medizintechnik, die ein vertieftes Interesse an medizintechnischen Fragestellungen haben, sind ebenso die anvisierte Zielgruppe des Masterstudiengangs MT.

### 3.2 Vorkenntnisse

Bewerberinnen und Bewerber müssen über solide Kenntnisse und Kompetenzen in den Bereichen Mathematik, technische Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinenelemente und Konstruktion, Regelungstechnik, Informationstechnik, Automatisierungstechnik und Elektrotechnik verfügen und Grundlagenwissen und -kompetenzen in der Programmierung erworben haben. Bewerberinnen und Bewerber sollen darüber hinaus über gute englische Sprachkenntnisse verfügen sowie grundlegende überfachliche Kompetenzen in Projekt- und Teamarbeit sowie Methodenkompetenz, wie zum Beispiel Präsentationstechnik, erworben haben.

Bewerberinnen und Bewerber, deren Muttersprache nicht Deutsch ist oder die kein deutschsprachiges Erststudium absolviert haben, müssen für die Zulassung zum Masterstudium ausreichende Deutschkenntnisse<sup>9</sup> nachweisen. Eine wachsende Zahl an Modulen wird auch in englischer Sprache angeboten. Dadurch wird internationalen Interessierten, z. B. Austauschstudierenden, ein Studienaufenthalt wesentlich erleichtert und die deutschsprachigen Studierenden erhalten die Möglichkeit, ihre Fachsprachkompetenz in Englisch weiter auszubilden. Mittelfristig (Zeitraum: max. fünf Jahre) ist geplant, den Studiengang in hybrider Form, d. h. Studierbarkeit mit eingeschränktem

---

<sup>8</sup> <https://www.studium.at/studieren/universitaet-salzburg/ingenieurwissenschaften-bachelor>

<sup>9</sup> <https://www.tum.de/studium/bewerbung/infoportal-bewerbung/zulassungsvoraussetzungen/sprachnachweise> (Zugriff am 13.4.23).

Modulangebot in englischer Sprache und damit auch Zugangsmöglichkeit für rein englischsprachige Studieninteressierte, anzubieten. Bis dahin wird in allen Schwerpunkt- und Profildbereichen ein geeignetes Modulangebot in englischer Sprache aufgebaut.

Aktuell gestaltet sich dies insbesondere im Schwerpunktbereich 3 „Studiendesign und Regularien“ schwierig, da hier – in Kooperation mit externen Partnern – passende englischsprachige Module aufgebaut werden müssen. Einen vielversprechenden Ansatzpunkt bildet hier ein englischsprachiger Kurs zu Patent- und Markenrecht, der derzeit für Doktorandinnen und Doktoranden angeboten wird und noch auf die Bedürfnisse der Masterstudierenden zugeschnitten werden muss.

Die Qualifikation für den Masterstudiengang MT setzt den Nachweis der Eignung voraus, die im Rahmen des sog. Eignungsverfahrens (EV) festgestellt wird. Dabei gilt, dass die besonderen Qualifikationen und Fähigkeiten der Bewerberinnen und Bewerber dem Berufsfeld einer Ingenieurin bzw. eines Ingenieurs der angestrebten Ausrichtung MT entsprechen. Einzelne Eignungsparameter sind (I) vorhandene Fachkenntnisse aus dem Erststudium auf dem Gebiet des Maschinenbaus in Anlehnung an den Bachelorstudiengang Maschinenwesen der TUM und (II) Fähigkeit zu wissenschaftlicher bzw. grundlagen- und methodenorientierter Arbeitsweise.

### 3.3 Zielzahlen

Seit der Neuauflage des Studiengangs zum WiSe 2019/20 nahmen durchschnittlich etwa 40 Studierende pro Semester ein Masterstudium in Medizintechnik und Assistenzsysteme an der TUM auf (s. Abb. 2). Ein Studienbeginn war und ist sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich; die Anzahl der Studienanfängerinnen und Studienanfänger ist in Sommersemestern üblicherweise immer niedriger als in Wintersemestern.

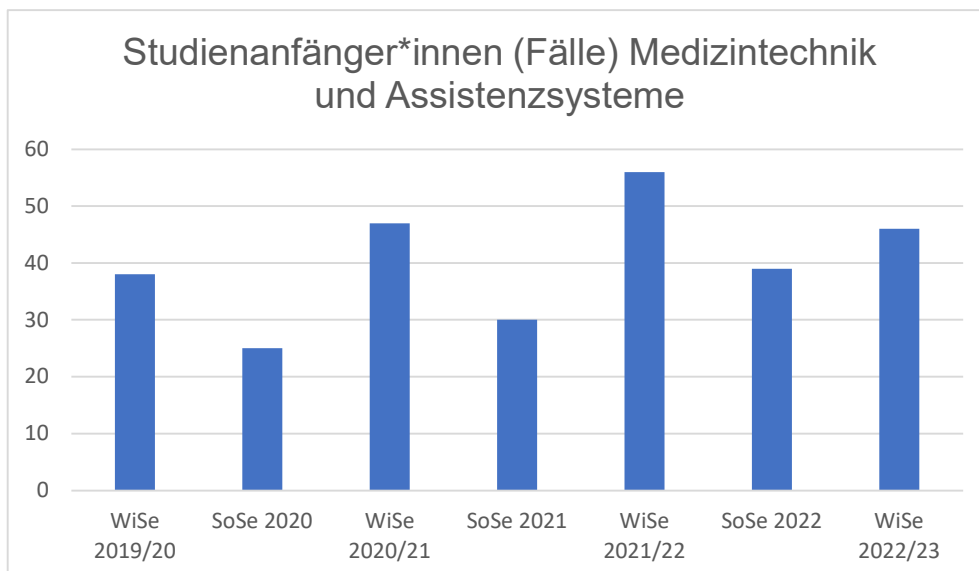


Abb. 2: Studienanfänger\*innen (Fälle) Medizintechnik und Assistenzsysteme

Der Masterstudiengang erfreut sich eines großen Interesses, was insbesondere die hohen Bewerbungszahlen seit der Neuauflage widerspiegeln, die im Durchschnitt bei ca. 160 Bewerbungen pro

Semester liegen. Durch die Berufung von Frau Prof. Mela und der daraus resultierenden Erweiterung des Lehrangebots auf hochaktuelle Bereiche wie z. B. Bioprinting, Tissue Engineering and Regenerative Medicine wird erwartet, weitere Bewerbergruppen gezielter anzusprechen, und somit in den nächsten Jahren stetig wachsende Kohortengrößen zu erreichen.

Ein angemessenes Betreuungsverhältnis zwischen Lehrenden und Studierenden insbesondere bei Hochschulpraktika und bei der Betreuung von Studienarbeiten (siehe Kapitel 8) ist auch bei größeren Kohortenzahlen sichergestellt.

## 4 Bedarfsanalyse

Zu aktuellen Zahlen, zur Beschäftigungssituation und den Bedarfen in der Branche gibt der BVMed- Jahresbericht 2021/22<sup>10</sup> des Bundesverbands Medizintechnologie e. V. Auskunft. Allgemein gilt, dass bis 2029 knapp 700.000 Ingenieurinnen und Ingenieure altersbedingt ausscheiden werden. Die Babyboomer-Generation geht in den Ruhestand und es rücken nicht genügend junge Menschen nach. Berechnungen haben gezeigt, dass selbst bei einer schwächelnden Wirtschaft im Jahr 2029 etwa 84.000 Ingenieurinnen und Ingenieure fehlen werden. Bei einer boomenden Wirtschaft wären es sogar 390.000<sup>11</sup>. Das trifft in besonderem Maße die Medizintechnik. Die Medizintechnik ist eine der weltweit am stärksten wachsenden Branchen, obwohl sich das Wachstum in Deutschland in den letzten Jahren abgeschwächt hat. Ein Grund ist unter anderem das Inkrafttreten der neuen EU-Medizinprodukteverordnung (Medical Device Regulation, MDR) im Jahr 2021, mit der die Anforderungen an Medizinprodukte in sehr vielen Fällen wesentlich höher und komplexer geworden sind (z. B. geänderte Klassifizierungsregeln, erweiterte klinischen Studien und damit erhöhter Dokumentationsaufwand). Der dadurch bedingte erhöhte Personalaufwand bei den Herstellern wird sicherlich mit ein Grund für den zukünftig deutlich ansteigenden Bedarf an interdisziplinär ausgebildeten Fachkräften. Darauf nimmt der Masterstudiengang MT durch den Schwerpunkt „Regularien & Studiendesign“ mit Veranstaltungen wie „Zulassung von Medizinprodukten“ in besonderem Maße Rücksicht.

Generell ist die Medizintechnik-Branche in Deutschland mit ihren rund 250.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, verteilt auf über 14.000 Betriebe eine extrem innovative Branche, welche von exzellent ausgebildeten Fachkräften abhängig ist. 93 Prozent der Betriebe sind Mittelständler mit weniger als 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Sie generierten z. B. im Jahr 2021 mehr als 34 Milliarden Euro Umsatz, wobei der Exportanteil bei rund 65 Prozent lag.

---

<sup>10</sup> BVMed-Jahresbericht 2021/22, Bundesverband Medizintechnologie e.V.

<sup>11</sup> <https://www.vdi.de/news/detail/demografischer-wandel-nachwuchsmangel-bei-ingenieuren-was-zu-tun-ist> (Zugriff 31.03.23)

## Basisdaten der Gesundheitswirtschaft 2020



Abbildung 2: Bedeutung der Medizintechnik in Deutschland

Die Berufsaussichten für Fachkräfte in der MedTech-Branche sind damit nach wie vor ausgezeichnet. 84 Prozent der Unternehmen, die sich an der BVMed-Herbstumfrage 2021 beteiligt haben, halten die Berufsaussichten für unverändert gut bzw. besser. Gesucht werden vor allem Ingenieurinnen und Ingenieure (35 Prozent), Medizintechnikerinnen und Medizintechniker, Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler (jeweils 26 Prozent), Informatikerinnen und Informatiker (23 Prozent) sowie Pflegekräfte (16 Prozent).

Rund ein Drittel ihres Umsatzes erzielen die deutschen Medizintechnikhersteller mit Produkten, die höchstens drei Jahre alt sind. Durchschnittlich investieren die forschenden MedTech-Unternehmen rund 9 Prozent ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung. Der Innovations- und Forschungsstandort Deutschland spielt damit für die MedTech-Unternehmen eine besonders wichtige Rolle. Zum Vergleich: Der Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung am Umsatz beträgt in der äußerst innovativen Chemieindustrie 5 Prozent, in der verarbeitenden Industrie insgesamt 3,8 Prozent<sup>12</sup>. Nach Aussage der Medizintechnik-Studie des BMBF ist der Forschungs- und Entwicklungsanteil am Produktionswert in der Medizintechnik mehr als doppelt so hoch wie bei Industriewaren insgesamt<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Branchenbericht Medizintechnologien 2018

<sup>13</sup> FAZ vom 26.4.2005, S. 13

## Umsätze der Medizintechnikindustrie in Deutschland 2009 - 2021

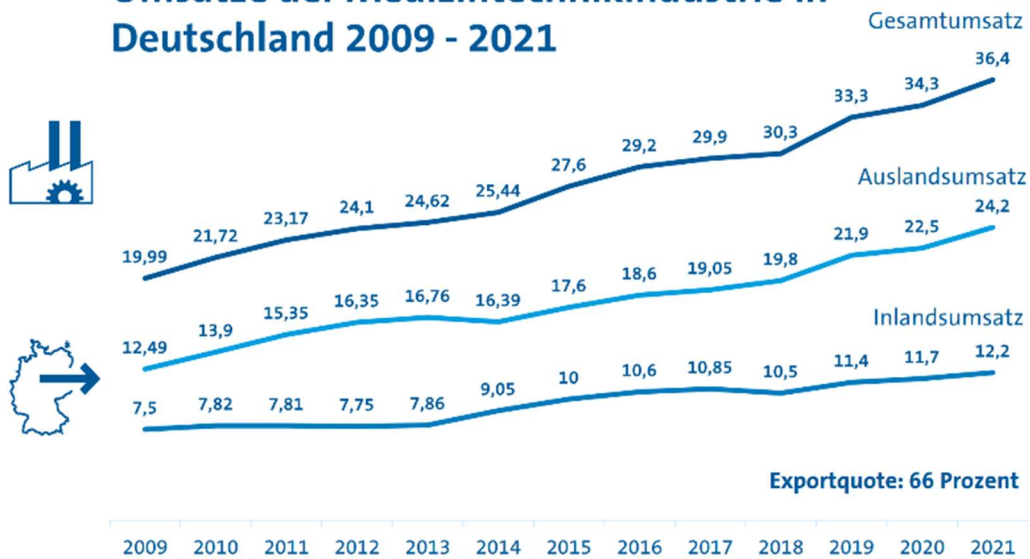


Abbildung 3: Entwicklung der Medizintechnikbranche

Bereits diese Zahlen sind beeindruckend, doch muss die Betrachtung von der ‚reinen‘ Medizintechnik auf den Bereich Gesundheitswirtschaft erweitert werden. Der demografische Wandel unserer Gesellschaft verschiebt den Einsatzort von technischer Unterstützung immer mehr aus dem Krankenhaus in die Pflegeheime und in die Wohnungen von alten Menschen, die möglichst lang autonom leben wollen. Es sind Themen wie Unterstützung der Pflegekräfte durch innovative medizintechnische Ansätze, Rehabilitation und Prävention, die in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen werden.

Aber auch im Bereich der Organspende gibt es Handlungsbedarf. Etwa 9.200 Menschen stehen in Deutschland auf der Warteliste für ein Spenderorgan. 2020 gab es bundesweit 913 Organspenderrinnen und Organspender<sup>14</sup>. Daher werden zukünftig mehr ausgebildete Ingenieurinnen und Ingenieure notwendig, die durch die Entwicklung und Fertigung von patientenspezifischen Implantaten mittels Tissue Engineering die Situation entschärfen.

Vor allem diese Entwicklung berücksichtigt der Master MT. Ingenieurinnen und Ingenieure werden ausgebildet, um mechanische, mechatronische und biologische Systeme zu entwickeln und in den Einsatz zu bringen.

<sup>14</sup> <https://www.organspende-info.de/zahlen-und-fakten>

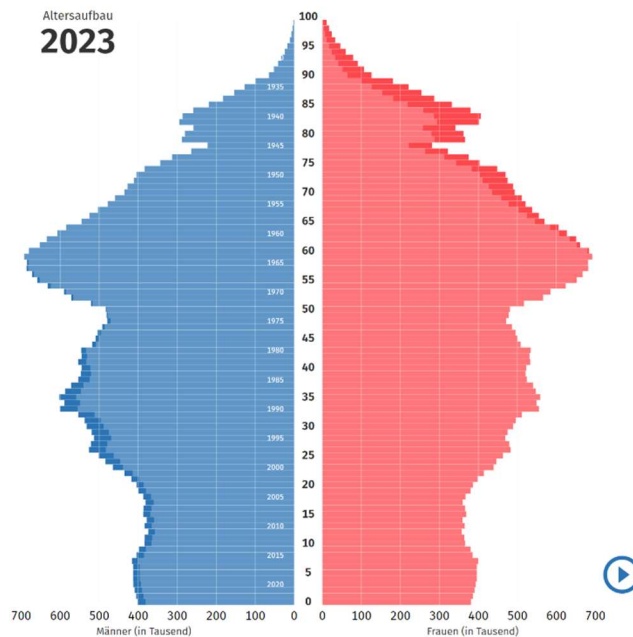


Abbildung 4: Demografischer Wandel in unserer Gesellschaft<sup>15</sup>

Die Alterspyramide zeigt deutlich, dass die Ausbildung einer großen Zahl von Ingenieurinnen und Ingenieuren unerlässlich ist, um sowohl die in den nächsten Jahren ausscheidenden Ingenieurinnen und Ingenieure zu ersetzen als auch deren Zahl noch zu erhöhen, um den Anstieg an Behandlungen in der dann rasant wachsenden Gruppe der über 67-Jährigen zu bewältigen.

## 5 Wettbewerbsanalyse

### 5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Der Masterstudiengang MT steht im Wettbewerb zu Masterstudiengängen innerbayerischer, nationaler sowie internationaler Universitäten.

Innerhalb Bayerns bietet nur die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg einen vergleichbaren Masterstudiengang in Medizintechnik an<sup>16</sup>. Die Studierenden wählen dort aus fünf Schwerpunkten. So gibt es Vertiefungsmöglichkeiten in Richtung „Medizinelektronik“, „Medizinische Bild- und Datenverarbeitung“, „Medizinische Gerätetechnik“, „Health and Medical Data Analytics“ und „Medical Robotics“.

<sup>15</sup> <https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2023>

<sup>16</sup> [https://www.fau.de/education/studienangebot/alle-studiengaenge/?\\_faechergruppe\[\]=ingenieurwissenschaften&studiengang=medizintechnik-msc#aufbau-und-struktur](https://www.fau.de/education/studienangebot/alle-studiengaenge/?_faechergruppe[]=ingenieurwissenschaften&studiengang=medizintechnik-msc#aufbau-und-struktur) (Zugriff 04.04.2023)

Der TUM Masterstudiengang MT fokussiert jedoch wesentlich stärker auf eine breite ingenieurtechnische Ausbildung. So werden werkstofftechnische Fragestellungen, Methoden des Bioengineering, Kompetenzen für den kinematischen Entwurf von Geräten, fertigungstechnische Möglichkeiten bis hin zu individualisierten Medizinprodukten aus dem 3D-Drucker beleuchtet und entsprechende Fähigkeiten vermittelt. Auch die Fokussierung auf Medizin außerhalb der Klinik in die Bereiche Pflege, Rehabilitation und Prävention sind bei weitem nicht so stark betont, wie auch Fragen der Zulassung gemäß ISO 13485.

Auf nationaler Ebene gibt es vergleichbare Masterstudiengänge an sieben der anderen führenden deutschen Technischen Universitäten (TU9)<sup>17</sup>.

- An der **RWTH Aachen** ist der Masterstudiengang „Biomedical Systems Engineering (BMSE)<sup>18</sup>“ an der Fakultät für Elektrotechnik angesiedelt. Die konstruktive Kompetenz wird hier nicht im gleichen Ausmaß vermittelt wie an der TUM. Im Masterstudiengang BMSE werden die inhaltlichen Schwerpunktmodule Tissue Engineering, Medical Imaging/Guided Therapy und Artificial Organs/Devices angeboten und geben damit das charakteristische Aachener Profil in der Forschung im Bereich Biomedical Engineering wieder.
- Der Masterstudiengang „Biomedizinische Technik“ in der **TU Berlin**<sup>19</sup> kommt mit den Bereichen Rehabilitationstechnik, Arbeitswissenschaft und Produktergonomie noch am nächsten an den Bereich Muskuloskelettale Assistenzsysteme heran. Es fehlen aber die kinematische Vertiefung, Aspekte der Service-Robotik und der Bereich Regularien und Studiendesign.
- An der **TU Braunschweig** wird mit dem Masterstudiengang „Medizinische Informatik“ vor allem der informationstechnische Bereich der Gerätetechnik vertieft.
- An der **TU Darmstadt**<sup>20</sup> wird der M. Sc. Medizintechnik erst seit dem Wintersemester 2021/22 angeboten. Er ist an den Fakultäten für Elektrotechnik und Humanmedizin angesiedelt. Dadurch ergeben sich folgende Möglichkeiten der Schwerpunktsetzung: Medizinische Bildgebung und Bildbearbeitung; Strahlenphysik und -technik in der Medizin; Digitale Zahnmedizin und Chirurgische Robotik und Navigation; Aktorik, Sensorik und Neurostimulation.
- An der **TU Dresden** ist der Masterstudiengang „Medical Radiation Sciences“ in der Medizin angesiedelt. Hier werden v. a. die ‚Großgeräte‘ der medizinischen Bildgebung intensiv besprochen.
- Der Masterstudiengang „Biomedizintechnik“ an der **Leibniz Universität Hannover** ist in drei Vertiefungsbereiche gegliedert: Medizinische Bildgebung und Informatik, Medizinische Geräte- und

---

<sup>17</sup> [www.tu9.de](http://www.tu9.de) (Zugriff 04.04.2023)

<sup>18</sup> <https://www.elektrotechnik.rwth-aachen.de/cms/Elektrotechnik-und-Informationstechnik/Studium/Master-Studiengaenge/Master-of-Science/ENGLISCHSPRACHIG-Studiengang-Elektrote/Vertiefungsrichtungen-im-Master-ET-IT/~qhis/Vertiefungsrichtung-Biomedical-Systems-E/> (Zugriff 04.04.23)

<sup>19</sup> <https://www.tu.berlin/medtech/studium-lehre/studienfachberatung/masterstudiengang-biomedizinische-technik> (Zugriff 04.04.2023)

<sup>20</sup> [https://www.tu-darmstadt.de/studieren/studieninteressierte/studienangebot\\_studiengaenge/studiengang\\_273472.de.jsp](https://www.tu-darmstadt.de/studieren/studieninteressierte/studienangebot_studiengaenge/studiengang_273472.de.jsp) (Zugriff 04.04.23)

Lasertechnik und Medizinische Verfahrens- und Implantattechnik. Vor allem regulatorische Fragestellungen, das Studiendesign und die Medizin außerhalb der Klinik werden weniger intensiv als an der ED behandelt.

- Die **Universität Stuttgart** bietet ebenfalls einen Masterstudiengang „Medizintechnik“ an. Er ist relativ breit aufgestellt, aber die bereits vorher genannten Abgrenzungen (ISO13485, Epidemiologie etc .) gelten auch hier.

Zusammenfassend kann für alle dieser sieben Medizintechnikstudiengänge gesagt werden, dass die mechanische Seite der Gerätetechnik nicht in dem Maße wie an der ED betont wird. Kinematische Zusammenhänge, Grundlagen der Genauigkeit und Präzision und konstruktionsmethodische Aspekte stehen an der ED stärker im Vordergrund. Ein Alleinstellungsmerkmal an der ED ist die starke Betonung von Assistenzsystemen außerhalb des Krankenhauses und die vertiefte Behandlung regulatorischer Anforderungen und das Themenfeld Studiendesign. Nicht zuletzt profitiert der Studiengang von der bewährten Vernetzung der fachübergreifenden Einrichtungen der TUM in Forschung und Lehre. Am Standort München sind darüber hinaus Kooperationsmöglichkeiten mit dem Robotikbereich des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), dem MIRMI und unterschiedlichen Fraunhofer Instituten möglich. Die Vielzahl an medizintechnischen Firmen im Münchner Raum bietet für Studierende zudem sehr unterschiedliche und spannende Kooperations- und Praktikumsmöglichkeiten.

Dies gilt ebenfalls für die im deutschsprachigen und im weiteren europäischen Ausland angebotenen Studiengänge. Die **ETH Zürich** etwa richtet ihren Medizintechnik Masterstudiengang ebenfalls in Richtung Gerätemedizin in der Klinik aus. .

Ungeachtet der inhaltlichen Unterschiede stehen die vorhandenen Masterstudienprogramme in der Medizintechnik angesichts des großen Bedarfs an Fachkräften (siehe Kapitel 4) weder national noch international in unmittelbarer Konkurrenz.

## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Der Masterstudiengang MT ergänzt folgende Angebote aus dem Bereich Biomedical Engineering und verwandten Disziplinen an der TUM<sup>21</sup>:

- Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering: der Studiengang deckt den Bereich Biomechanik ab, der sinnvoll die Robotik und Mechatronik ergänzt. Die Abgrenzung erfolgt durch die neu aufgenommenen Bereiche der Biomaterialien und der Biofabrication. Diese werden dagegen in den Studiengang Medizintechnik integriert.
- Biomedical Engineering and Medical Physics: der Studiengang ergänzt seinen interdisziplinären, synergistischen Ansatz aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften, um die Bereiche der Bildgebung und der Biosensorik. Die Ausrichtung liegt thematisch an der Schnittstelle zwischen Forschung aus Naturwissenschaften (z.B. Physik, Chemie,

---

<sup>21</sup> <https://www.bioengineering.tum.de/master-studiengaenge> (Zugriff 04.04.2023)

- Biologie), Ingenieurwissenschaften (z.B. Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau) und Medizin und umfasst weitere Themenbereiche des Biomedical Engineerings.
- Neuroengineering und Biomedical Neuroscience: die beiden Studiengänge Neuroengineering und Biomedical Neuroscience sind auf die Neurowissenschaften fokussiert. Sie vermitteln einerseits die Anwendung neuronaler Informationen im Bereich der künstlichen Intelligenz und Robotik und andererseits die Grundlagen neuropsychiatrischer Erkrankungen und Wissen über die Funktionsweise des menschlichen Gehirns.
  - Biomedical Computing: dieser Studiengang konzentriert sich auf bildgebende Technologien und softwaregestützte klinische Interventionen. Dies erfordert eine gründliche Ausbildung vor allem im Bereich der Informatik.
  - Biophysik: dieser Studiengang fokussiert sich auf die Grundlagen der Biophysik, d. h. im Wesentlichen auf die molekulare, zelluläre oder theoretische Biophysik und verfolgt keinen interdisziplinären Ansatz.
  - Bioinformatik: der Studiengang befasst sich mit der Anwendung computergestützter Techniken auf biologische Prozesse, insbesondere in den Bereichen Medizin und Pharmaforschung. Dabei werden im Wesentlichen die Informationswissenschaften (Informatik, Mathematik, Statistik) mit den Lebenswissenschaften (Biologie, Chemie, Medizin, Biotechnologie) zusammengeführt.
  - Matter to Life: dieser Studiengang zielt inhaltlich auf eine starke Verschränkung mit Nachbardisziplinen (Biologie und Chemie); er ist an die Max-Planck-School angebunden.

Durch eine enge Abstimmung untereinander erfolgt in den Inhalten dieser Studiengänge eine deutliche Abgrenzung, Ergänzung und/oder ingenieurmäßige Vertiefung. Dies betrifft etwa die fundierte Ausbildung auf den Gebieten der Technischen Mechanik, Maschinenelemente und Regelungstechnik.

## 6 Aufbau des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs MT beträgt vier Fachsemester. Ein Studienbeginn ist sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden Credits beträgt 120. Diese verteilen sich auf mehrere Wahlbereiche sowie das Pflichtmodul Master's Thesis:

- 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

Der Studienplan sieht wie folgt aus:

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)						30/1
	Fachkompetenzen (Wahlbereiche der Mastermodule)			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 5a: Exemplarischer Studienplan eines viersemestrigen Masterstudiengangs Medizintechnik

Die Unterrichts- und Prüfungssprachen sind Deutsch und Englisch. Die Master's Thesis kann in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden. Auch in den Mastermodulen findet sich ein Angebot von englischsprachigen Veranstaltungen, welche nicht-deutschsprachigen Studierenden die Studierbarkeit erleichtern.

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 Prüfender 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	Mechatronische Gerätechnik 5 CP (Klausur)	Elektrische Aktoren und Sensoren in geregelten Antrieben 5 CP (Klausur)	Kunststoffe und Kunststofftechnik 5 CP (Klausur)	Software Ergonomie 5 CP (Klausur)	Methoden der Produktentwicklung 5 CP (Klausur)	Physik der Fluide 5 CP (Klausur)		30/6
2	Modelling and Reduction of Complex Systems 5 CP (Klausur)	Biofluid Mechanics 5 CP (Klausur)	Menschliche Zuverlässigkeit 5 CP (Klausur)	Automatisierungs- technik in der Medizin 5CP (Klausur)	Bewegungstechnik 5 CP (Klausur)	Konv. und add. Fertigungsverfahren für polymere Werkstoffe 4 CP (Übungsleistung)		29/6
3	Forschungspraxis 11 CP (wiss. Ausarbeitung/Projektarbeit)		Versuchsplanung und Statistik 2 5 CP (Klausur)	Industrieroboter- Praktikum 4 CP (Übungsleistung)	Introduction to CFD 3 CP (Klausur)	Prognostics and Health Management 3 CP (Projektarbeit)	Technikphilosophie 5 CP (Mündl. Prüfung)	31/6
4	Master's Thesis 30 CP (wiss. Ausarbeitung + Bericht)							30/1
	Fachkompetenzen (Wahlbereiche der Mastermodule)			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 6b: Exemplarischer Studienplan eines viersemestrigen Masterstudiengangs Medizintechnik

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.

### Wahlbereich Mastermodule

Im Masterstudiengang „Medizintechnik“ stehen insgesamt Mastermodule aus drei Schwerpunkt- und sechs Profildbereichen zur Auswahl. Die Interdisziplinarität sowie der Erwerb umfassender Grundkenntnisse auf den Gebieten der Medizintechnik werden durch dieses Wahlkonzept gewährleistet.

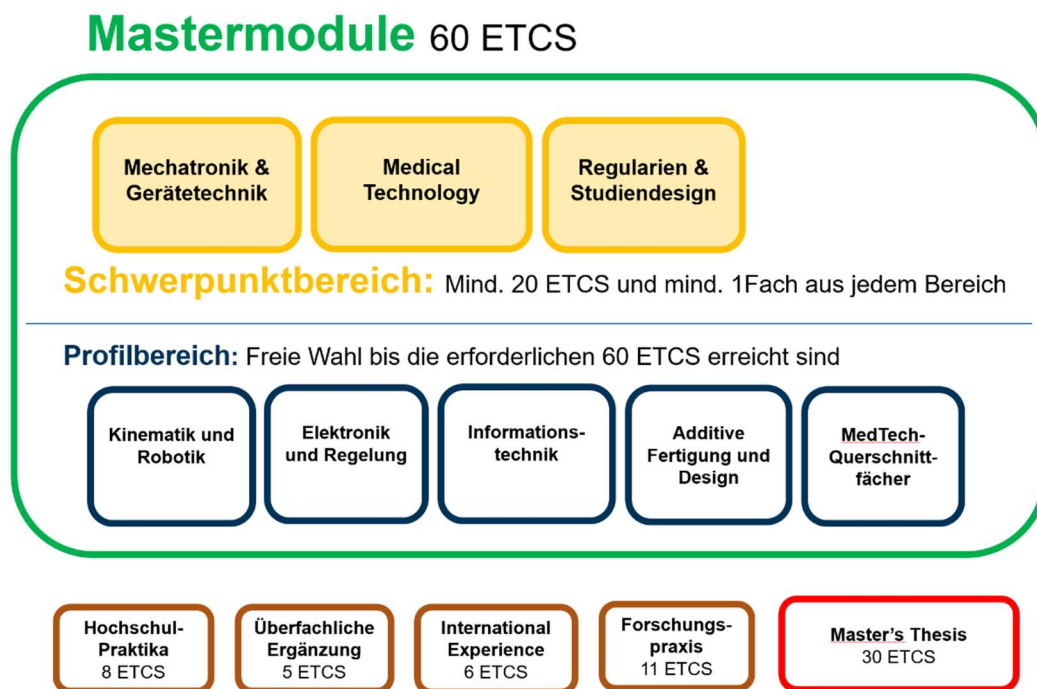


Abbildung 6: Notwendige Credits in den Wahlbereichen des Masters Medizintechnik

Im Masterstudiengang MT stehen insgesamt über 40 Mastermodule zur Auswahl. Sie sind auf die **drei Schwerpunktbereiche**

- Mechatronik & Gerätetechnik
- Medical Technology
- Regularien & Studiendesign

sowie auf **fünf Profildbereiche** aufgeteilt:

- Kinematik und Robotik
- Elektronik und Regelung
- Informationstechnik
- Additive Fertigung und Design
- MedTech-Querschnitt-Fächer

Wie Abbildung 7 zeigt, wurde diese Aufteilung gebildet, um den Studierenden einen Überblick über alle zentralen Fachbereiche der Medizintechnik zu vermitteln und gleichzeitig eine Vertiefung und/oder eine Verbreiterung des Wissens zu ermöglichen. Die Interdisziplinarität sowie der Erwerb umfassender Grundkenntnisse werden durch dieses Bausteinkonzept gewährleistet.

Mastermodule im Umfang von mindestens 60 Credits, das heißt ca. 12 Mastermodule, müssen belegt werden. Aus den 3 Schwerpunktbereichen müssen jeweils mindestens 5 Credits und insgesamt mindestens 20 Credits erbracht werden. Dadurch wird eine gewisse Breite der Ausbildung gewährleistet. Dies betont den im nationalen Vergleich einmaligen interdisziplinären Ansatz. Wobei hier mit dem Begriff „interdisziplinär“ nicht nur biologische und medizinische Themen referenziert sind, sondern auch die interdisziplinäre Ingenieurausbildung im Vordergrund steht, ganz im Sinne einer mechatronischen Geräteentwicklung für medizinische Anwendungen. Und nicht zuletzt die Fragen der Zulassung von medizinischen Geräten und Produkten.

**Schwerpunktbereich 1 „Mechatronik & Gerätetechnik“:** Die Studierenden eignen sich über diesen Schwerpunkt die Fähigkeiten zu Definition, Entwurf und Inbetriebnahme von mechatronischen Geräten und Systemen an. Vertieft werden dabei auch Methoden der Bewegungstechnik, um Kinetiken im Zusammenhang sowohl mit minimalinvasiver Chirurgie als auch mit dem Entwurf von Handhabungsmechanismen zu vermitteln. Die Begrenzung auf wenige Wahlmodule in dieser Säule soll sicherstellen, dass die Fixierung auf die angestrebten Kenntnisse gewährleistet ist. Entsprechend müssen sie mindestens 5 Credits aus den folgenden Modulen belegen:

- [MW0038 Mechatronische Gerätetechnik
- [MW0052] Bewegungstechnik
- [MW2224] Kinematische Auslegung mit Matlab und CAD
- [MW2479] Bioprinting: Fundamentals and Applications

**Schwerpunktbereich 2 „Medical Technology“.** Dieser Bereich ermöglicht den Erwerb von Methoden und Fertigkeiten zur Beherrschung des Themas Biowerkstoffe und Fertigungstechnik in der Medizintechnik sowie grundlegende Methoden der Automatisierungstechnik in der Medizin. Organsystemspezifische Kenntnisse der Anatomie und Physiologie werden als Grundlage für das Verständnis der zugehörigen Medizintechnik zur Behandlung von Krankheitsbildern vermittelt. Neben etablierten, klinisch verfügbaren therapeutischen Lösungen werden neue Technologien zur personalisierten Medizin vorgestellt und diskutiert. Tissue-Engineering-Ansätze werden mit Schwerpunkt auf Biomaterialien und Herstellungstechnologien betrachtet. Hier werden Implantate mit biologischen Komponenten angesprochen und im Hinblick auf ihre mechanischen und biologischen Eigenschaften sowie die Reaktion des Patienten analysiert. Ein Schwerpunkt ist die Anwendung der additiven Fertigung für patientenspezifische Implantate, einschließlich Bioprinting für die Entwick-

lung von Implantaten und In-vitro-Systemen für die Krankheitsmodellierung und das Wirkstoffscreening. Die Fortschritte im Bereich der Medizintechnik werden durch eine sorgfältige Prüfung der wissenschaftlichen Literatur berücksichtigt, um potenzielle Durchbrüche auf diesem Gebiet zu präsentieren. Folgende Module bilden diesen Bereich:

- [MW0056] Medical technology 1: an organ system-based approach
- [MW0017] Medical technology 2: an organ system-based approach
- [ED160004] Tissue Engineering and Regenerative Medicine
- [MW0688] Automatisierungstechnik in der Medizin

**Schwerpunktbereich 3** „Regularien & Studiendesign“: Dieser Bereich vermittelt den Studierenden Fähigkeiten, den regulatorischen Anforderungen, die der Zulassung von Medizingeräten zugrunde liegen, erfolgreich begegnen zu können. Ein wesentlicher Punkt sind dabei die Planung und Auswertung von Studien sowie das Wissen zur Erstellung von Medizingeräteproduktakten:

- [MW0610] Zulassung von Medizingeräten
- [MW2403] Versuchsplanung und Statistik 2
- [ME312] Epidemiologie (Fakultät für Medizin)

Neben diesen Schwerpunktbereichen, welche den Studierenden erlauben sich in der Ausbildung gegenüber anderen Universitäten Alleinstellungsmerkmale anzueignen und persönliche Neigungen zu verfolgen, existieren weitere 5 Profildbereiche (siehe Abbildung 7). Je nachdem, welche Schwerpunktbereiche Studierende durch die Belegung mehrerer Module über die vorgeschriebenen drei hinaus aus wenigstens drei Schwerpunktbereichen betonen, können sie die restlichen Credits zur Verbreiterung ihres Wissens oder zur Bildung eines individuellen Profils nutzen. In den 5 Profildbereichen findet sich entsprechend des interdisziplinären Ansatzes ein großes Angebot von Modulen anderer TUM-Schools wieder. Durch die Angabe der jeweiligen Modulkennung (Elektrotechnik [EI], Informatik [IN], Maschinenwesen [MW], Architektur [AR], Bau- und Vermessung [BV], Physik [PH] und Medizin [ME]) wird deutlich, wie interdisziplinär das Angebot ist.

Der **Profildbereich „Kinematik und Robotik“** vertieft Aspekte, die notwendig sind, um Roboter in der Pflege oder dem Servicebereich einsetzen zu können. Die Studierenden lernen dabei, typische Aufgabenstellungen in der Kinematik, Dynamik, Regelung und Optimierung von Robotern zu lösen. Diese sind vor allem bei deren Benutzung im Operationssaal von großer Bedeutung, um die Sicherheit der Patientinnen und Patienten zu gewährleisten.

- [MW2388] Angewandte Biorobotik
- [IN2138] Bewegungsplanung in der Robotik
- [EI7312] Bewegungssteuerung durch geregelte elektrische Antriebe
- [MW1817] Biomechanik - Grundlagen und Modellbildung
- [EI7324] Elektrische Aktoren und Sensoren in geregelten Antrieben
- [IN2371] Fundamentals of Human-Centered Robotics
- [EI7210] Humanoid Robotic Systems
- [EI71099] Introduction to Human and Robotic Hand Grasping Control and Manipulation
- [IN2292] Introduction to Surgical Robotics
- [ED160016] Mensch-Roboter-Interaktion [MW1827] Mikroskopische Biomechanik

- [MW0084] Montage, Handhabung und Industrieroboter
- [MW0867] Roboterdynamik
- [IN2067] Robotik
- [MW2098] Technische Dynamik

Der **Profilbereich „Elektronik und Regelung“** sorgt für die Möglichkeit, die bereits im Schwerpunktbereich Mechatronik & Gerätetechnik vermittelten Fähigkeiten weiter auszubauen und dazu weitere Module aus anderen TUM-Schools zu belegen. Die Mechatronik mit ihren Methoden der Systembeschreibung und -regelung ist für die Entwicklung von Medizingeräten von größter Bedeutung. Hier gilt besonders, dass nicht nur Kenntnisse, sondern auch Fähigkeiten, das Gelernte umzusetzen, erworben werden müssen. Die Studierenden vertiefen die Fähigkeit, mit den Grundmechanismen der energiebasierten Regelung, Systeme mit konzentrierten Energiespeichern zu modellieren und auf endlich-dimensionale Systeme anzuwenden.

- [MW1420] Advanced Control
- [IN2305] Cyber-Physical Systems
- [EI0620] Grundlagen elektrischer Maschinen
- [EI0622] Halbleitersensoren
- [EI0559] Mikroelektronik in der Mechatronik
- [MW0080] Mikrotechnische Sensoren/Aktoren
- [MW0868] Modeling and Reduction of Complex Systems
- [MW0538] Moderne Methoden der Regelungstechnik 1
- [MW0539] Moderne Methoden der Regelungstechnik 2
- [EI04021] Simulation mechatronischer Systeme

Der **Profilbereich „Informationstechnik“** gibt den Studierenden die Möglichkeit, sich mit einem weiteren für die Medizintechnik relevanten Gebiet, der Informationstechnik, auseinander zu setzen. Hier werden Fertigkeiten wie die Benutzung von Mikrocontrollern oder die Beherrschung von Echtzeitanforderungen vermittelt. Die Studierenden kennen die Herausforderung beim Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz in der Automatisierungstechnik bzw. in der Domäne der eingebetteten Systeme. Sie können Software als Medizinprodukt nutzen und deren Entwurf entsprechend regulatorischen Anforderungen dokumentieren.

- [IN1503] Advanced Programming
- [IN2309] Advanced Topics of Software Engineering
- [EI0701] Computational Intelligence
- [EI70110] Computer Vision
- [ME522] Informationssysteme und Entscheidungsunterstützung
- [MW1339] Intelligente Systeme und Machine Learning für Produktionsprozesse
- [IN2346] Introduction to Deep Learning
- [EI06811] Optimierungsverfahren in der Automatisierungstechnik
- [MW2450] Physikbasiertes Machine Learning
- [AR30417] Robotische Fabrikation in der Architektur
- [MW2130] Software-Ergonomie

Der **Profilbereich „Additive Fertigung und Design“** vermittelt die klassischen Methoden der Produktentwicklung aber auch neueste Ergebnisse aus den Bereichen Strukturoptimierung und der additiven Fertigungsverfahren. Sie kennen die für die Praxis wesentlichen mathematischen Grundlagen und Lösungsalgorithmen und können ihr Wissen in Bezug auf Prozessmodelle und Methoden auf andere Produkte übertragen.

- [MW2463] Additive Manufacturing with Plastics
- [ED170006] Metal additive manufacturing: From theory to practice
- [[MW2393] Mehrstufige additive Fertigungsverfahren
- [MW0003] Methods of Product Development
- [MW0085] Multidisciplinary Design Optimization
- [MW0101] Produktergonomie
- [BV010023] Strukturoptimierung 1
- [BV330001] Strukturoptimierung 2
- [ED110106] Systems Engineering - Grundlagen
- [ED110107] Systems Engineering - Advanced

Der **Profilbereich „Medizintechnische Querschnittsfächer“** erweitert das Angebot z. B. mit Modulen zum „Faktor Mensch“, kerntechnischen Aspekten oder biologischen Systemen. Die Studierenden haben die Möglichkeit, ihren Blick zu weiten. Sie können das Fachwissen der beteiligten Disziplinen (also nicht nur Maschinenwesen, sondern auch Elektrotechnik, Informatik, Medizin, Physik) vernetzen und Systeme, welche in der Medizingerätetechnik zum Einsatz kommen, unter allen genannten Gesichtspunkten der jeweiligen Schwerpunkt- und Profilbereiche betrachten.

- [MW2232] Polymers and Polymer Technology
- [MW1628] Angewandte CFD
- [MW0892] Applikation von Radioaktivität in Industrie, Forschung und Medizin
- [ME0012] Auslegung, Herstellung und Prüfung medizinischer Implantate
- [ME0156] Bildgebende Verfahren, Nuklearmedizin
- [MW0376] Biofluid Mechanics
- [MW1948] Biomaterialcharakterisierung für Ingenieure
- [EI7473] BioMEMS and Microfluidics
- [MW2431] Bio-Nanotechnologie
- [PH0020] Biophysik
- [EI78043] Cybathlon Challenge: Mechanism Design & Control
- [EI78041] Cybathlon Challenge: Task Control & User Experiments
- [IN2124] Grundlegende Mathematische Methoden für Imaging und Visualisierung
- [EI71027] Heinz Nixdorf TranslaTUM Engineering Lectures
- [EI71032] In Vitro Diagnostik
- [ME25666] Introduction to Bioengineering
- [ME562] Introduction to Biological Imaging
- [IN2293] Medical Augmented Reality
- [ME520] Medizin 1
- [ME521] Medizin 2
- [IN5901] Medizinische Gerätekunde und Computer-assistierte Chirurgie

- [MW2131] Menschliche Zuverlässigkeit
- [MW2361] Physics of Fluids
- [MW0104] Qualitätsmanagement
- [MW1353] Strahlung und Strahlenschutz
- [EI70250] Systemtheorie der Sinnesorgane
- [ED130009] System- und Funktionale Sicherheit

### **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 Medizintechnik 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.

### **Wahlbereich Hochschulpraktika**

Alle Masterstudierenden des Studiengangs MT wählen ihre Hochschulpraktika (8 Credits, i. d. R. 2 Module) aus einem gemeinsamen Modulkatalog, der aktuell rund 150 Module umfasst. Einen kleinen Teil davon importiert die ED aus den Angeboten der TUM School of Computation, Information and Technology (CIT) - Elektro- und Informationstechnik – sowie der Fakultät für Medizin, um die Interdisziplinarität ihrer Ausbildung insbesondere in den Masterstudiengängen zu stärken, die an der Grenze zwischen Maschinenbau und anderen Ingenieur- sowie den Lebens- und Naturwissenschaften angesiedelt sind.

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

- [MW0817] Echtzeitfähige Geräte und Roboter
- [MW0447] Simulationstechnik
- [MW1022] Industrieroboterpraktikum
- [MW1982] Entwicklung intelligenter verteilter eingebetteter Systeme in der Mechatronik

- [MW0259] Praktikum Systems Engineering
- [MW0720] Konventionelle und additive Fertigungsverfahren für polymere Werkstoffe
- [MW0721] Vascular System
- [MW0682] Finite Elemente in der Werkstoffmechanik (Praktikum)
- [MW2281] Praktikum Modellieren
- [MW2362] Individualisierte Entwicklung und Produktion im Bereich Mensch-Maschine-Interface am Beispiel von Sportgeräten (EPMMIS)
- [MW 0272] Ergonomisches Praktikum
- [MW0408] RAMSIS-Praktikum

Nach erfolgreichem Abschluss der Praktika besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis über das Zusammenspiel zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, Softwarewerkzeuge und/oder Vorgehensweisen und können mit diesem Wissen Lösungen von realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus ihrem gewählten Studienschwerpunkt entwickeln.

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.

### **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“. 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. 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/Interdisziplinäre Ergänzungsfächer**

Der Wahlbereich „International Experience/Interdisziplinäre Ergänzungsfächer“ (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 MEP<sup>22</sup>,
- 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 durchgeführt werden können, bringen die für den Auslandsaufenthalt nötige Flexibilität in den Studienplan.

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,

---

<sup>22</sup> <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).

- 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 MT 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. Mindestens 3 Credits müssen aus dem Bereich Ethik/Philosophie („Ethik des menschenzentrierten Ingenieurwesens“) gewählt werden. 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 Credits),
- 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](#)).

Der jeweils aktuelle Stand ist in TUMonline und auf den entsprechenden Internetseiten abrufbar.

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. Im Rahmen von MedTech One World Students e.V. lernen Studierende in international vernetzten Teams. Die Ziele sind die Entwicklung innovativer medizinischer Technologien, der Aufbau eines breiten Netzwerks und die Steigerung des Wissens- und Know-how-Transfers zur Verbesserung der medizinisch-technischen Situation, insbesondere mit dem Fokus auf Entwicklungs- und Schwellenländer.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> <https://medtechoneworldstudents.wordpress.com/> (Zugriff am 02.05.2023).

Im Rahmen von Studierendenwettbewerben (z. B. <https://www.mec.ed.tum.de/ais/wettbewerb>) im Bereich Automation und Handwerk sollen Studierende zu fachlichen Kompetenzen bei der konzeptionellen Planung, kaufmännischen Kalkulation und technischen Implementierung eines anspruchsvollen mechatronischen Systems aufbauen. Zudem sollen 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 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 „Medizintechnik“ kommen hierfür insbesondere Arbeiten in den Bereichen der für die Medizintechnik relevanten Fachdisziplinen und Forschungsschwerpunkten in Frage.

### Teamprojekt

Durch die Teilnahme am Modul Teamprojekt üben die Studierenden Tätigkeiten einer Medizintechnik-Ingenieurin/eines Medizintechnik-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 Forschungspraxis 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 Medizintechnik 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 „Medizintechnik“ bestellt wurde.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus der Medizintechnik 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

Organisatorisch ist der Masterstudiengang „Medizintechnik“ an der TUM ED angesiedelt. Viele Pflicht- und Wahlmodule werden durch das Lehrpersonal der ED angeboten. Um der Interdisziplinarität des Studiengangs Rechnung zu tragen, stellen vor allem die TUM-CIT sowie die Fakultät für Medizin weitere Module zur Verfügung.

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

- **Allgemeine Studienberatung:**

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

E-Mail: [studium@tum.de](mailto:studium@tum.de)

Tel.: +49 (0)89 289 22245

- **Studienfachberatung:**

Martina Sommer

E-Mail: [studienberatung.me@ed.tum.de](mailto:studienberatung.me@ed.tum.de)

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

Raum: MW 0012a

- **Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:**

**Zentral:** TUM Global & Alumni Office

E-Mail: [internationalcenter@tum.de](mailto:internationalcenter@tum.de)

**ED:** Saskia Ammon

E-Mail: [saskia.ammon@tum.de](mailto:saskia.ammon@tum.de)

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

Raum: MW 2011

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

- **Frauenbeauftragte an der ED:**

Dr. Ann-Kathrin Goldbach

E-Mail: [ann-kathrin.goldbach@tum.de](mailto:ann-kathrin.goldbach@tum.de)

Tel.: +49 (0)89) 289 22423

- **Beratung barrierefreies Studium:**

**Zentral:** Servicestelle für behinderte und chronisch kranke Studierende und Studieninteressierte (TUM CST)

E-Mail: [handicap@zv.tum.de](mailto:handicap@zv.tum.de)

Tel.: +49 (0)89 289 22737

**ED:** Martina Sommer

E-Mail: [studienberatung.me@ed.tum.de](mailto:studienberatung.me@ed.tum.de)

Tel.: +49 (0)89 289 -15696

Raum: MW 0012a

- **Bewerbung und Immatrikulation:**

TUM CST – Bewerbung und Immatrikulation

E-Mail: [studium@tum.de](mailto:studium@tum.de)

Tel.: +49 (0)89 289 22245

- **Eignungsverfahren:**

Monique Elvers und Angela Schwarz

E-Mail: [bewerbungen.me@ed.tum.de](mailto:bewerbungen.me@ed.tum.de)

Tel.: +49 (0)89 / 289 15697 und 15690

Raum: MW 0012

- **Beiträge und Stipendien:**

TUM CST – Beiträge und Stipendien (Semesterbeiträge, Stipendien)

E-Mail: [beitragsmanagement@zv.tum.de](mailto:beitragsmanagement@zv.tum.de)

- **Zentrale Prüfungsangelegenheiten:**

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

- **Dezentrale Prüfungsverwaltung:**

Die dezentrale Prüfungsverwaltung obliegt dem Masterprüfungsausschuss Maschinenwesen.

Vorsitzender: Prof. Dr. Wolfgang Polifke

Schriftführung: Thomas Schöberl

[mpa.me@ed.tum.de](mailto:mpa.me@ed.tum.de)

+49 (0)89 / 289 15694

- **Qualitätsmanagement:**

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

**ED:**

Vice Dean Academic and Student Affairs

Prof. Dr. Fernaß Daoud (ab 01.04.2026)  
Prof. Dipl. Arch. ETH Mark Michaeli  
(bis 31.03.2026)  
E-Mail: [vd.study\\_teaching@ed.tum.de](mailto:vd.study_teaching@ed.tum.de)

Qualitätsmanagement:

Brit Krieger  
E-Mail: [qualitymanagement@ed.tum.de](mailto:qualitymanagement@ed.tum.de)

QM-Zirkel:

Martina Sommer  
E-Mail: [martina.sommer@tum.de](mailto:martina.sommer@tum.de)

Martina Boxhammer  
E-Mail: [martina.boxhammer@tum.de](mailto:martina.boxhammer@tum.de)

Evaluationen:

E-Mail: [evaluation@ed.tum.de](mailto:evaluation@ed.tum.de)

Koordination Modulmanagement:

Dr.-Ing. Anna Reif  
Martina Boxhammer  
E-Mail: [modulverwaltung@ed.tum.de](mailto:modulverwaltung@ed.tum.de)

Die Gesamtverantwortung sowie Koordination liegt beim jeweils amtierenden Academic Program Director. Seit 2024 ist dies Herr Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh. Er wird bei der Wahrnehmung der damit verbundenen Aufgaben unterstützt durch Martina Sommer und Martina Boxhammer.

## 8 Entwicklungen im Studiengang

Der Masterstudiengang Medizintechnik blickt an der TUM bereits auf eine über 20-jährige Geschichte zurück. Begonnen hat der Master zum WiSe 00/01<sup>24</sup> als nicht konsekutiver 4-semesteriger Master. Zulassungsvoraussetzung war ein berufsbefähigender Hochschulabschluss und eine Eignungsfeststellung. Die TUM hatte damit bundesweit als erste Universität einen interdisziplinären Masterstudiengang eingeführt, an dem schon damals 9 Fakultäten der TUM mit Forschung und Lehre beteiligt waren<sup>25</sup>. Im Oktober 2002 gab es dann die ersten Absolventinnen und Absolventen des Medizintechnik-Masters.

Zum WiSe 07/08 wurde der Studiengang zum Master Medizintechnik als konsekutiver Studiengang reformiert, der sich an technisch orientierte Bachelor-Absolventinnen und -Absolventen richtet.

Mit der Neugestaltung von Aufbau, Ausrichtung und Inhalten zum WiSe 19/20 wurde der Name des Studiengangs um den Begriff „Assistenzsysteme“ erweitert. Es wurde durch die Einführung von Schwerpunkt- und Profildbereichen eine wesentlich klarere Struktur erreicht, die den Studierenden eine Fokussierung auf deren Interessengebiete innerhalb der Medizintechnik erleichterte.

Durch die Neubesetzung des Lehrstuhls Medizintechnik durch Professorin Petra Mela besteht nun die Möglichkeit, entsprechend der Ausrichtung ihres Lehrstuhls<sup>26</sup> vermehrt Inhalte aus dem Bereich der Biomaterialien und der Biofabrication in die Inhalte des Studiengangs zu integrieren. Der Bereich Assistenzsysteme wird vor allem mit der Ausrichtung auf die Unterstützung im Bereich der älter werdenden Gesellschaft weitergeführt. Die Ausrichtung auf den Bereich Biomechanik wird in Zukunft im neuen Masterstudiengang „Mechatronics, Robotics, and Biomechanical Engineering“ für die Studierenden sichtbar. Darüber hinaus kam die Anregung zur Umbenennung im letzten erweiterten Qualitätszirkel von den externen Expertinnen und Experten. Es wurde vorgeschlagen, eine eindeutige Benennung zu wählen, unter der jetzt die einzelnen Module und Forschungsrichtungen zusammenkommen.

Neben der sichtbaren Änderung der Bezeichnung haben sich durch die Integration neuer Lehrinhalte auch die Schwerpunkt- und Profildbereiche geändert. Innerhalb des Schwerpunktbereichs können die Studierenden nun innerhalb der drei Wahlbereiche Mechatronik & Gerätetechnik, Medical Technology sowie Regularien & Studiendesign ihre Module wählen. Weitere Mastermodule können in den Profildbereichen Kinematik und Robotik, Elektronik und Regelung, Informationstechnik, Additive Fertigung und Design sowie MedTech-Querschnitt-Fächer belegt werden.

Neben der durch den Studiengangsverantwortlichen Prof. Lüth vorgenommenen Abstimmung unter den Dozierenden waren zu jedem Zeitpunkt die Studierenden eng mit eingebunden. Viele konstruktive Vorschläge konnten in den neuen Master „Medizintechnik“ mit eingearbeitet werden. So wird durch die Aufnahme des neuen Wahlbereichs ‚International Experience‘ die Anerkennung von im

---

<sup>24</sup> <https://idw-online.de/de/news22064>

<sup>25</sup> <https://portal.mytum.de/pressestelle/pressemitteilungen/news-315>

<sup>26</sup> <https://www.mec.ed.tum.de/mmi/home/>

Ausland erbrachten Studienleistungen gefördert und erleichtert. Im Wahlbereich ‚Überfachliche Ergänzung‘ erweitern die Studierenden ihr Wissensspektrum durch die Wahl von Modulen aus den Bereichen Sprache und transversale Schlüsselkompetenzen aus. Der Wahlbereich wurde erstmalig bewusst integriert, um die Reflexionsfähigkeit, die gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Kontextkompetenz, die Sprachkompetenz und die Selbstentwicklung der Studierenden zu stärken.

Außerdem wird die Hybridisierung des Studienganges innerhalb der nächsten fünf Jahre angestrebt. Die TUM School of Engineering and Design baut in dieser Zeitspanne ihr englischsprachiges Lehrangebot dementsprechend aus, um auch internationalen Studierenden die Möglichkeit eines TUM-Masters Medizintechnik zu ermöglichen.