

# Studiengangsdokumentation Masterstudiengang Energie- und Prozesstechnik

Teil A  
School of Engineering and Design  
Technische Universität München

## Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: School of Engineering and Design
- Bezeichnung: Energie- und Prozesstechnik
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV - Master)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2019/2020
- Sprache: Deutsch
- Hauptstandort: Garching
- Academic Program Director: Prof. Dr. Veit Senner
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:  
Dr.-Ing. Sebastian Rehfeldt  
E-Mailadresse: [sebastian.rehfeldt@tum.de](mailto:sebastian.rehfeldt@tum.de)  
Telefonnummer: 089 289 16517
- Stand vom: 23.04.2024

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Studiengangsziele</b> .....	<b>4</b>
1.1	Zweck des Studiengangs .....	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	5
<b>2</b>	<b>Qualifikationsprofil</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Zielgruppen</b> .....	<b>10</b>
3.1	Adressatenkreis .....	10
3.2	Vorkenntnisse .....	10
3.3	Zielzahlen .....	11
<b>4</b>	<b>Bedarfsanalyse</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Wettbewerbsanalyse</b> .....	<b>16</b>
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse .....	16
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	17
<b>6</b>	<b>Aufbau des Studiengangs</b> .....	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten</b> .....	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Entwicklungen im Studiengang</b> .....	<b>35</b>

# 1 Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

Die größten Probleme der Menschheit heute und in den nächsten Jahrzehnten sind der menschengemachte Klimawandel und die Ressourcenknappheit auf der Erde. Durch die Industrialisierung, beginnend im 19. Jahrhundert, wurden fossile Energieträger die Treiber von Wachstum und Wohlstand. Die großindustrielle Nutzung dieser fossilen Energiequellen in Form von Kohle, Erdöl und Erdgas setzte in den letzten zwei Jahrhunderten enorme Mengen an Treibhausgasen frei. Diese sind maßgeblich für den Klimawandel verantwortlich, welcher der Menschheit seit Anfang der 1980er Jahre bekannt ist. Die negativen Auswirkungen dieser Klimakrise sind schon heute in vielen Teilen der Erde spürbar.

Fossile Energieträger sind nicht nur ein Problem für das Klima, sie sind auch nur in begrenzten Mengen verfügbar. Diese beiden Herausforderungen, Klimawandel und Ressourcenknappheit, können nur durch eine Ablösung der fossilen Energieträger durch regenerative Energiequellen angegangen werden. Regenerative Energiequellen wie Windkraft, Photovoltaik sowie Biomasse fallen dabei oft fluktuierend an und entsprechen nicht dem Nutzungsverhalten hochentwickelter Industriestaaten. Diese Fluktuation muss zukünftig durch die Speicherung der Energie in Form von Wasserstoff, e-Fuels und Batteriespeichern ausgeglichen werden, um ein stabiles und leistungsfähiges Energiesystem an zukünftige Generationen zu übergeben.

Wertschöpfungsketten in der chemischen Prozessindustrie müssen dabei neu gedacht und durch innovative Prozesstechnik ergänzt werden. Das Problem der Ressourcenknappheit ist nicht nur auf den Energiesektor begrenzt, auch mineralische und metallische Rohstoffe sind nur in begrenztem Maße verfügbar. Das weltweite Bevölkerungswachstum und eine steigende Nachfrage nach Industrie- und Konsumgütern führen auch hier zu einer Ressourcenknappheit mit weitreichenden Folgen. Die Lösung dieser Probleme erfordert eine Nutzung der Ressourcen in einer Kreislaufwirtschaft. Dabei werden Produkte am Ende ihrer Lebenszeit recycelt und dem Wirtschaftssystem als Rohstoff erneut hinzugefügt und nicht, wie bisher üblich, als Müll entsorgt.

Die Energietechnik ist eine interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft und beschäftigt sich mit der effizienten, sicheren und nachhaltigen Gewinnung, Speicherung und Nutzung von allen Energieformen. Dieses Wissen leistet einen entscheidenden Beitrag sowohl zur Erreichung der Energiewende als auch zur Lösung der Ressourcenprobleme.

Die Prozesstechnik als interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft befasst sich mit der Umwandlung von Stoffen und nutzt dabei physikalische, chemische und biologische Verfahren. Dabei steht die Transformation von konventionellen Prozessen basierend auf fossilen Energieträgern der chemischen Industrie hin zu nachhaltigen Prozessen unter Nutzung regenerativer Energieträger im Fokus der Ausbildung. Die Prozesstechnik trägt damit entscheidend dazu bei, ein klimaneutrales Wirtschaftssystem zu schaffen.

Der Masterstudiengang Energie- und Prozesstechnik der TUM School of Engineering and Design (ED) baut auf einem Maschinenbau- oder vergleichbarem Bachelorstudium auf und soll dabei weiteres Wissen und Methoden in den Gebieten energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie Verfahrenstechnik und deren methodischen Grundlagen vertiefen. Das Alleinstellungsmerkmal des Studiengangs ist dabei die Kombination der Gebiete Energietechnik auf der einen und Verfahrens- bzw. Prozesstechnik auf der anderen Seite in einem

Studiengang. Diese Kombination ist aufgrund der zukünftigen Aufgabenstellungen, die sich aus den Herausforderungen durch die in Deutschland beschlossene Energie- und Rohstoffwende ergeben, sowohl in Forschung als auch Lehre notwendig und zwingend.

Zweck des Studiengangs Energie- und Prozesstechnik ist dabei ingenieurwissenschaftliche Expertinnen und Experten auszubilden, die in der Lage sind, energietechnische und verfahrenstechnische Anlagen und Apparate zu entwickeln und in ein regeneratives Energiesystem der Zukunft einzubinden. Die Absolventen und Absolventinnen können durch die erworbenen Fähigkeiten einen entscheidenden Beitrag zur Bewältigung der Klimakrise beitragen. Im Bereich der Verfahrenstechnik und der Entwicklung energetischer Maschinen können die Absolventen und Absolventinnen innovative Lösungen entwickeln und alternative Lösungsansätze (z.B. im Bereich der Bioverfahrenstechnik) aufzeigen. Als konkretes Beispiel können dazu Module im Bereich der Wasserstofftechnologien belegt werden. Eine grundlegende Ausbildung in diesem zukunftsorientierten Sektor leistet einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung der Ziele der nationalen Wasserstoffstrategie.

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Technische Universität München stellt in ihren Zielen und Werten den Menschen, die Natur und die Gesellschaft mit dem Ziel eines nachhaltigen Innovationsfortschritts in den Mittelpunkt. Im Streben nach verantwortungsvollen und gesellschaftsfähigen Innovationen erweitert die TUM gedanklich das Ingenieurwesen, öffnet es hin zu den Geistes- und Sozialwissenschaften, indem Werte, Bedürfnisse und Erwartungen der Gesellschaft in die zu entwickelnden Technologien einfließen - Denksilos werden in kollaborative Teams umgewandelt.

Die Umstellung des Fakultätssystems auf eine innovationsfördernde Matrixorganisation von Schools und Departments sowie interdisziplinären Forschungszentren spiegelt dieses Konzept wider. Die TUM School of Engineering and Design (ED) mit ihren über 40 Studiengängen (<https://www.ed.tum.de/ed/studium/studienangebot/>, Zugriff am 25.05.2023) als größte dieser neu gegründeten Schools schafft somit außerordentliche Gestaltungsmöglichkeiten in Forschung, Lehre und Entrepreneurship (s. Abbildung unten). Sie dynamisiert Interaktionspotenziale und erhält dabei die akademische Vielfalt und wertgebenden Spezifika einzelner Fächerkulturen.

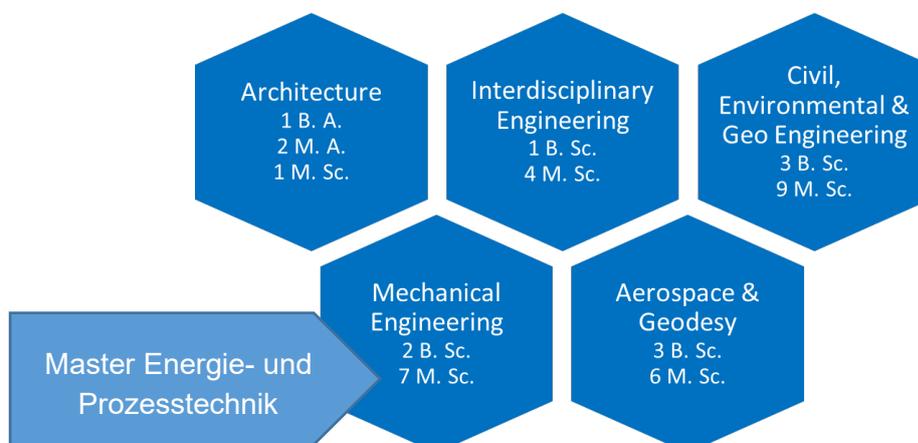


Abbildung 1: Untergliederung der ED mit zugehöriger Anzahl an Studiengängen

Lehre am Puls der Wissenschaft bedeutet, wissenschaftliche Erkenntnisse über laufend weiterentwickelte Kompetenzprofile für die gesellschaftliche Wertschöpfung aufzubereiten, Talente

an wissenschaftliche Methoden und den wissenschaftlichen Diskurs heranzuführen, Neugierde zu wecken und die Fähigkeit zum selbstständigen Kompetenzerwerb zu vermitteln. Darüber hinaus soll das Bewusstsein für individuelle persönliche Grenzen wie auch für die Schranken des eigenen Fachgebietes entwickelt und die für verantwortungsvolles Handeln erforderliche Haltung angelegt werden.

Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* bezieht seine gesellschaftliche Relevanz aus der bundesweit beschlossenen Energiewende sowie den international festgelegten Klimazielen aus dem Übereinkommen von Paris. Innerhalb der TUM erfolgt eine enge Verzahnung mit anderen Studiengängen der ED und der School of Natural Science durch übergreifend angebotene Module, z.B. in Kooperation mit dem TUM-Campus Straubing. Eine besondere Bedeutung haben hierbei die Masterstudiengänge „Chemieingenieurwesen“ der School of Natural Science, „Power Engineering“ der ED sowie „Industrielle Biotechnologie“ der ED. Durch den Import von Modulen aus anderen Schools bekommen die Studierenden auch Gelegenheit, sich mit den Sichtweisen anderer Disziplinen auf bestimmte Problemstellungen auseinanderzusetzen. Interdisziplinär besuchte Importmodule erhöhen außerdem den Austausch und die Vernetzung der Studierenden untereinander. Dies stärkt ihre Interdisziplinarität und erweitert ihr Wissensspektrum. Der Export von Modulen aus dem Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* in andere Studiengänge der TUM führt zu vergleichbaren positiven Auswirkungen auf die Studierenden dieser Studiengänge.

Tatkräftig an der in Deutschland beschlossenen und angestrebten Energiewende mitzuwirken und technische Lösungen für deren Gelingen zu erarbeiten, ist ein strategisches Ziel der ED. Wichtige Aspekte sind dabei Energieeffizienz und regenerative Energien sowie nachhaltige Einsatzstoffe für chemische Prozesse. Damit einher geht auch eine steigende Nachfrage an Absolventinnen und Absolventen in diesen Bereichen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kommen durch die zielgerichtete Ausbildung Studierender im Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* dieser Verpflichtung nach und sichern den wissenschaftlichen Nachwuchs für Industrie und Forschung.

Mittelfristig ist geplant, den Studiengang in hybrider Form, d.h. Studierbarkeit mit eingeschränktem Modulangebot in englischer Sprache und damit auch die Zugangsmöglichkeit für rein englischsprachige Studieninteressierte, anzubieten. Dem Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* kommt somit auf zwei Ebenen – der fachlich-wissenschaftlichen sowie der gesellschaftlichen – eine große strategische Bedeutung zu.

## 2 Qualifikationsprofil

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

### **Wissen und Verstehen:**

Die Absolventinnen und Absolventen des anwendungs- und forschungsorientierten Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* besitzen fundiertes ingenieurwissenschaftliches Fach- und Methodenwissen aus den Bereichen konventionelle und regenerative Energietechnik, Motorentchnik, Turbomaschinen sowie Prozess- und Anlagentechnik, thermischer Verfahrenstechnik, chemischer Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik und können komplexe Probleme analysieren. Dabei steht ein ressourcenschonenderer Umgang mit Rohstoffen im Mittelpunkt, welcher die Einbindung in eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft bei der Lösungsfindung berücksichtigt. Das erworbene interdisziplinäre Fach- und Methodenwissen kann gezielt kombiniert werden, um einzelne energetische Maschinen oder verfahrenstechnische Apparate in nachhaltige Prozesse oder komplexe Energiesysteme einzubinden. Das interdisziplinäre Wissen wird dabei in vier Wahlbereichen vertieft (siehe Kapitel 6).

Der Schwerpunkt des Fachwissens der Ausbildung unterscheidet sich abhängig von der gewählten Vertiefung (Wahlbereich). Daraus resultiert eine bedarfsgerechte Ausrichtung der Studierenden auf anwendungs- und forschungsorientierte Tätigkeitsfelder in Industrie und Forschung.

Im Wahlbereich *Methodische Grundlagen* erlangen Absolventinnen und Absolventen ein ausgeprägtes mathematisch-physikalisches Fachwissen, das sie qualifiziert, komplexe Systeme, Verfahren und Prozesse zu modellieren, das Verhalten mit Hilfe von stationären und dynamischen softwarebasierten Simulationen abzubilden und es zu bewerten. Dieses Fachwissen und Verständnis im Bereich der *Methodischen Grundlagen* ist das Fundament für die Kompetenzerreichung in den Wahlbereichen 2-4.

Bei der Vertiefung im Bereich der *Energetische Systeme* (Wahlbereich 2) erlangen Absolventinnen und Absolventen ein weitreichendes Verständnis der am Strom-, Stoff- und Wärmesektor teilnehmenden Akteure und können deren Potenziale und Umwelteinflüsse aufzeigen. Hierzu zählt sowohl die Bewertung verschiedener Energiewandlungsmethoden hinsichtlich ihrer Eigenschaften als auch die Bewertung der gebräuchlichsten nuklearen, fossilen und regenerativen Energieträger, wie beispielsweise Wasserstoff. Über dieses tiefgehende Verständnis der einzelnen Komponenten erlangen die Absolventinnen und Absolventen die Kompetenz zur holistischen Bewertung von zukünftigen Energiesystemen. Sie können

Anforderungen an die Gesellschaft und Industrie definieren, um die Transformation zu einem regenerativen und nachhaltigen Energiesystem wirtschaftlich und sozial verträglich zu gestalten.

Durch die Wahl des Schwerpunktes *Energietechnische Maschinen und Komponenten* (Wahlbereich 3) erlangen Absolventinnen und Absolventen Kompetenzen in der Modellierung von Prozessen und Einzelkomponenten energietechnischer Systeme mit Fokus auf zukünftige Kraftwerkstechnik. Absolventinnen und Absolventen können die Teilprozesse in aktuellen und zukünftigen Kraftwerken identifizieren, berechnen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung von Umwelteinflüssen bewerten. Darüber hinaus sind Absolventinnen und Absolventen in der Lage Komponenten technisch zu dimensionieren.

Mit der Schwerpunktsetzung im Bereich der *Verfahrenstechnik* (Wahlbereich 4) bilden Absolventinnen und Absolventen ihr prozess- und apparatetechnisches Fach- und Methodenwissen für die Entwicklung und Auslegung verfahrenstechnischer/bioverfahrenstechnischer Anlagen und Komponenten aus. Sie können die Auswirkungen von Parameter- und Prozessvariationen auf Gesamtprozesse analysieren und bewerten. Sie sind in der Lage, verfahrenstechnische/bioverfahrenstechnische Prozesse und Apparate entsprechend der Ziele und Anforderungen sowie unter den gegebenen technischen, wirtschaftlichen, energetischen und ökologischen Randbedingungen zielgerichtet auszuwählen, auszulegen und zu dimensionieren.

### **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen**

Das erlangte vertiefte Fachwissen im Bereich der Energie- und Prozesstechnik und die methodischen Lösungsfindungskompetenzen können die Absolventinnen und Absolventen auch auf unübliche, neue oder hochkomplexe Probleme in Prozessen, energietechnische Anlagen/Komponenten und verfahrenstechnische Apparaten anwenden bzw. transferieren. Sie sind zur Lösung der Probleme in energietechnischen und prozesstechnischen Systemen sowohl auf Basis anwendungsbasierter als auch grundlagenorientierter Methodik befähigt. Energietechnische und prozesstechnische Systeme können dabei analysiert werden, aufbauend werden geeignete Methoden für das Design, die Entwicklung und Optimierung der Systeme ausgewählt und darauf basierend anwendungsorientierte Ansätze zur Problemlösung erarbeitet. Absolventinnen und Absolventen können dabei neuere Entwicklungen in der Energie- und Prozesstechnik, wie z.B. die Umstellung auf eine grüne Wasserstoffwirtschaft und eine fluktuierende Stromerzeugung, sowie Konzepte und Methoden anderer Disziplinen einbeziehen.

Im Bereich der wissenschaftlichen Innovationen werfen die Absolventinnen und Absolventen aktuelle Forschungsfragen im Bereich der Energie- und Prozesstechnik auf und lösen diese durch geeignete Wahl der aktuellen Methodenansätze und sind in der Lage, ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu kommunizieren.

### **Kommunikation und Kooperation**

Durch ihre Projektarbeit sowohl in teambasierten Modulen als auch in der Masterarbeit beherrschen die Absolventinnen und Absolventen die interdisziplinäre Kommunikation und sind in der Lage, konstruktiv und lösungsorientiert im Team zu arbeiten. Hervorzuheben ist hier insbesondere die internationale Zusammensetzung der Studierenden und damit die Zusammenarbeit in internationalen Teams, was die interkulturelle Kompetenz der Studierenden in einem sehr hohen Maß ausbildet. Sie sind vertraut mit Fachvokabular, Arbeitsmethoden und Betrachtungsweisen von Fachproblemen in Bezug auf energetische Systeme und Verfahrenstechnik. Im Rahmen ihres wissenschaftlichen Arbeitens können sie ihre Ergebnisse sowohl mündlich als auch schriftlich zielgruppengerecht kommunizieren.

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

### **Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität**

Die Absolventinnen und Absolventen sind nicht nur für verantwortungsvolle und anspruchsvolle Aufgaben in der Industrie 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, neue Forschungsfragen zu formulieren, Lösungen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen. Die Absolventinnen und Absolventen können ihr berufliches Handeln bezüglich des ökologischen Fußabdrucks/der Umweltauswirkung und der gesellschaftlichen Akzeptanz und Kommunikation neuartiger Technologien kritisch reflektieren.

Zusammenfassend bildet der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* 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 usw.) sowie verschiedenen Fachdisziplinen (Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Energietechnik und Chemie) einzunehmen. Sie entwickeln ihr Wissen weiter und setzen es in der Industrie und zum Nutzen der Gesellschaft ein.

## 3 Zielgruppen

### 3.1 Adressatenkreis

Geeignete Bewerberinnen und Bewerber für den Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* verfügen insbesondere über Vorkenntnisse aus dem Bereich Maschinenwesen, Chemie und Biologie sowie über sehr gute Englischkenntnisse. Daher sind die Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Maschinenwesen der TUM, des Bachelorstudiengangs Ingenieurwissenschaften der TUM sowie des Joint-Degree-Bachelorstudiengangs Ingenieur- und Werkstoffwissenschaften mit der Universität Salzburg besonders geeignet. Ebenfalls besonders geeignet sind Absolventinnen und Absolventen des TUM- Bachelorstudiengangs Chemieingenieurwesen.

Außerdem ist der Studiengang *Energie- und Prozesstechnik* offen für Bachelorabsolventinnen und -absolventen anderer Hochschulen mit einschlägigen Bachelorabschlüssen in Verfahrenstechnik, Energietechnik, Energie- und Prozesstechnik, Umwelttechnik, Biotechnologie, Umweltschutzverfahrenstechnik u.ä.. Sofern die erforderliche Vorbildung für den Studiengang *Energie- und Prozesstechnik* aus dem Erststudium nicht in vollem Umfang vorliegt, können im Rahmen des Eignungsverfahrens entsprechende Auflagen erteilt werden. Maßstab für die Beurteilung ist hierbei das Fach- und Qualifikationsprofil des Bachelorstudiengangs Maschinenwesen der TUM. Geeignete Bewerberinnen und Bewerber für den Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* sollten somit über eine grundlegende und in wenigen Gebieten vertiefte Erstausbildung verfügen.

### 3.2 Vorkenntnisse

Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* richtet sich primär an Studierende mit einem ersten qualifizierenden Bachelorabschluss der Fachrichtung Maschinenwesen. Vorausgesetzt wird bei den Bewerberinnen und Bewerbern deshalb ein Ausbildungsprofil, das den Studierenden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen vermittelt. In ihrem Erststudium sollten sie Grundlagen aus den Bereichen Mathematik, Technische Mechanik, Maschinenelemente, Werkstoffkunde, Thermodynamik, Wärmetransportphänomene und Fluidmechanik erworben haben.

Bewerberinnen und Bewerber sollen darüber hinaus über sehr gute englische Sprachkenntnisse verfügen sowie grundlegende überfachliche Kompetenzen in Projekt- und Teamarbeit sowie Methodenkompetenz, wie zum Beispiel Präsentationstechnik, erworben haben.

Darüber hinaus müssen alle Bewerberinnen und Bewerber ein mindestens achtwöchiges Praktikum in einem Industrieunternehmen absolviert haben. Angehende Masterstudierende, die diese Voraussetzung nicht erfüllen, werden mit der Auflage zugelassen, spätestens bis zum Beginn der Master's Thesis ein entsprechendes Industriepraktikum nachzuholen.

Bewerberinnen und Bewerber, deren Muttersprache nicht Deutsch ist oder die kein deutschsprachiges Erststudium absolviert haben, müssen für die Zulassung zum Masterstudium ausreichende Deutschkenntnisse nachweisen. Eine wachsende Zahl an Modulen wird auch in englischer Sprache angeboten und soll bis zur nächsten Reakkreditierung zu einer Hybridisierung

des Studiengangs führen. Dadurch wird internationalen Interessierten, z. B. Austauschstudierenden, ein Studienaufenthalt wesentlich erleichtert und die deutschsprachigen Studierenden erhalten die Möglichkeit, ihre Fachsprachkompetenz in Englisch weiter auszubilden.

Die Qualifikation für den Masterstudiengang Energie- und Prozesstechnik setzt den Nachweis der Eignung voraus, die im Rahmen des sog. Eignungsverfahrens (EV) festgestellt wird. Dabei gilt, dass die besonderen Qualifikationen und Fähigkeiten der Bewerber dem Berufsfeld einer Ingenieurin oder eines Ingenieurs der angestrebten Ausrichtung Energie- und Prozesstechnik 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. Die Bewerberinnen und Bewerber für den Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* legen im Rahmen des Eignungsverfahrens schriftlich dar, aufgrund welcher spezifischen Begabung und Interessen dieser Studiengang für sie besonders geeignet erscheint. Die Bewerberinnen und Bewerber können so ihre Eignung und Leistungsbereitschaft u.a. durch studiengangsspezifische Berufsausbildungen, Praktika, Auslandsaufenthalte oder durch fachgebundene Weiterbildung, erzielt in ihrem Bachelorstudium, begründen.

### 3.3 Zielzahlen

Die Studierendenzahlen des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* sind nach der Einführung des Studiengangs stark gestiegen und lagen im Studienjahr 2013/14 bei 135 (siehe nachfolgende Abbildung 2). Im Zeitraum von 2015/16 bis 2018/19 waren die Studierendenzahlen rückläufig. Nach der letzten Reakkreditierung des Studiengangs *Energie- und Prozesstechnik* im Jahr 2018 ist wieder ein starker Zuwachs der Bewerberinnen und Bewerber, als auch der Anfängerinnen und Anfänger zu beobachten. Somit sind auch die Studierendenzahlen von 69 in den Jahren 2018/19 auf nun mehr 126 in 2021/22 angestiegen und erreichen wieder die Werte aus den ersten Jahren.

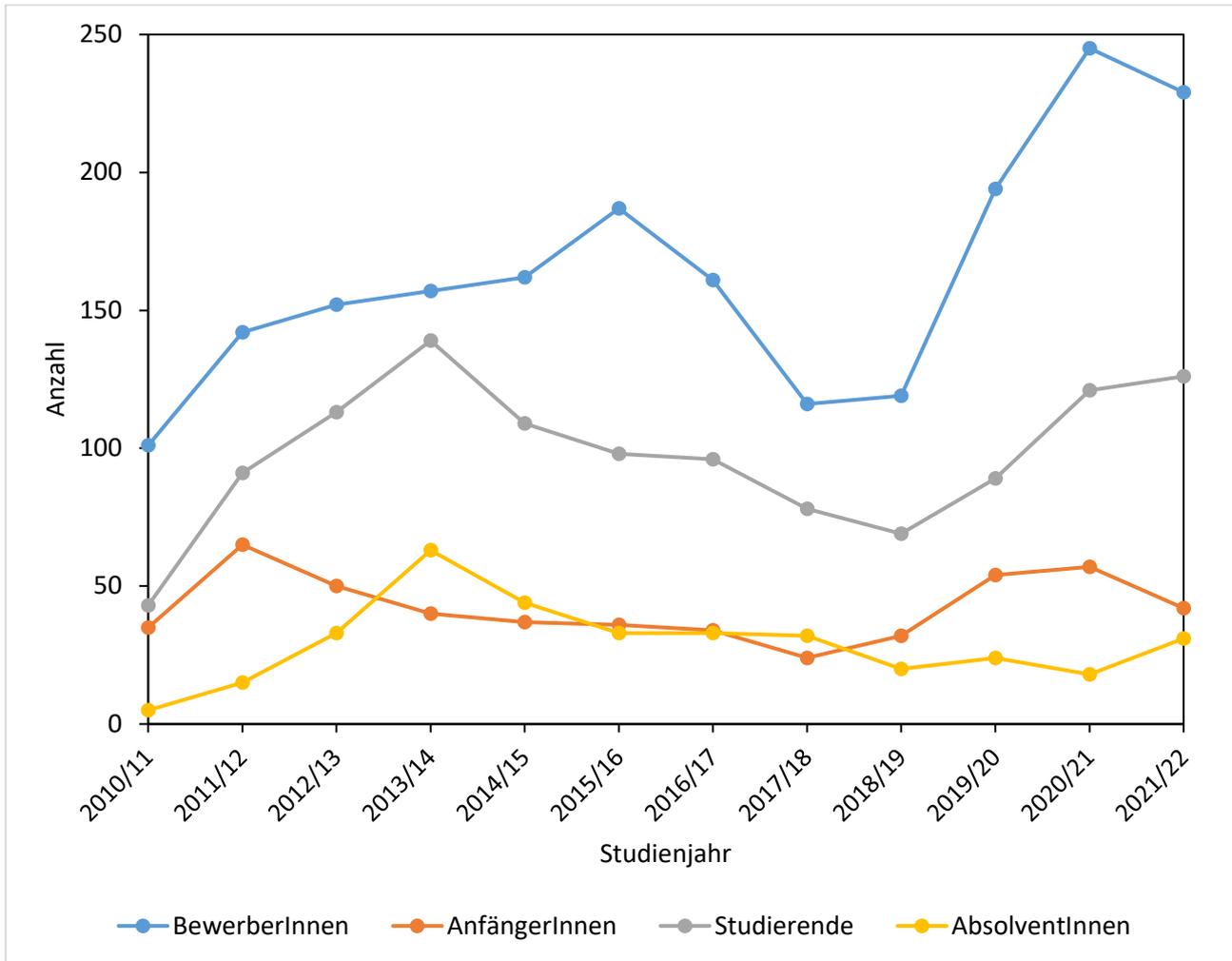


Abbildung 2: Verlauf der Zahlen an Bewerberinnen und Bewerbern, Anfängerinnen und Anfängern, Studierenden und Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* der letzten Studienjahre

Die Umstrukturierung und Aufnahme neuer Module in den Studiengang *Energie- und Prozesstechnik* im Zuge der letzten Reakkreditierung hat die Attraktivität für Studierende erhöht. In den Qualitätszirkeln wurde die Umstrukturierung von den Studierenden positiv bewertet. Dieser Trend soll auch in den folgenden Jahren fortgesetzt werden. Aufgrund der Coronaverzögerungen im Studienfortschritt einiger Studierender wird davon ausgegangen, dass sich die Studierendenzahl in den nächsten ein bis zwei Jahren weiter steigert. Danach wird mit einer Studienanfängerzahl von 45 Studierenden pro Studienjahr gerechnet.

## 4 Bedarfsanalyse

Durch die breit gefächerte Ausbildung sind die Absolventinnen und Absolventen geeigneter Ingenieursnachwuchs im stark wachsenden Bereich der regenerativen Energieerzeugung mit samt der dafür notwendigen Speichertechnologien bei fluktuierender Stromerzeugung. Für diesen Industriesektor sind im Zuge der angestrebten und im Vollzug befindlichen Energiewende deutliche Zuwachsraten zu erwarten (siehe z.B. M. Oehlmann et al. (2019): Wirtschaftliche Chancen durch Klimaschutz (III): Gesamtwirtschaftliche Effekte einer investitionsorientierten Klimaschutzpolitik). Die Nachwuchskräfte sind dabei in Forschung, Entwicklung, Fertigung, Produktion, Wartung, Marketing, Vertrieb und Verkauf tätig. Die Ausgestaltung des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* ermöglicht es den Absolventinnen und Absolventen, sich sowohl in einzelnen Themenbereichen zu spezialisieren und darin Expertinnen und Experten zu werden als auch in Gruppen interdisziplinäre Projekte zu bearbeiten.

Durch die Energiewende findet momentan ein starker Wandel in einigen Industriesektoren statt. Sowohl bei der Energieerzeugung als auch in der Prozesstechnik muss der fluktuierend zur Verfügung stehende Strom der erneuerbaren Energien zukünftig stark berücksichtigt werden. Für diese spannende Herausforderung bedarf es speziell ausgebildeter Ingenieurinnen und Ingenieure. Da die aktuelle Forschung an der TUM auch auf diesem Gebiet direkt in die Lehre des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* einfließt, sind die Absolventinnen und Absolventen dieses Studienganges bestens auf diese neuen Aufgabenstellungen vorbereitet.

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* finden auch geeignete Anstellungen in der gesamten Kraftwerksindustrie sowie deren Zulieferfirmen, im Bereich der Rohstoffherzeugung und -gewinnung, der Chemie und Petrochemie, der Energietechnik (regenerativ und konventionell), der industriellen Biotechnologie sowie der öl- und gasverarbeitenden Industrie und dem daran angegliederten Anlagenbau und Engineering.

In Abbildung 3 ist die Anzahl offener Stellen in Ingenieurberufen in Deutschland nach Branchen für das 3. Quartal 2022 dargestellt. Neben der IT- und Bau-Branche ist vor allem der Bedarf an Ingenieuren in der Energie- und Elektrotechnik groß. Dieser Bedarf resultiert aus der gestiegenen Nachfrage an erneuerbaren Energien. Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs *Energie- und Prozesstechnik* haben in allen oben genannten Branchen sehr gute Karrierechancen, da der Bedarf an Expertinnen und Experten weiterhin steigen wird.

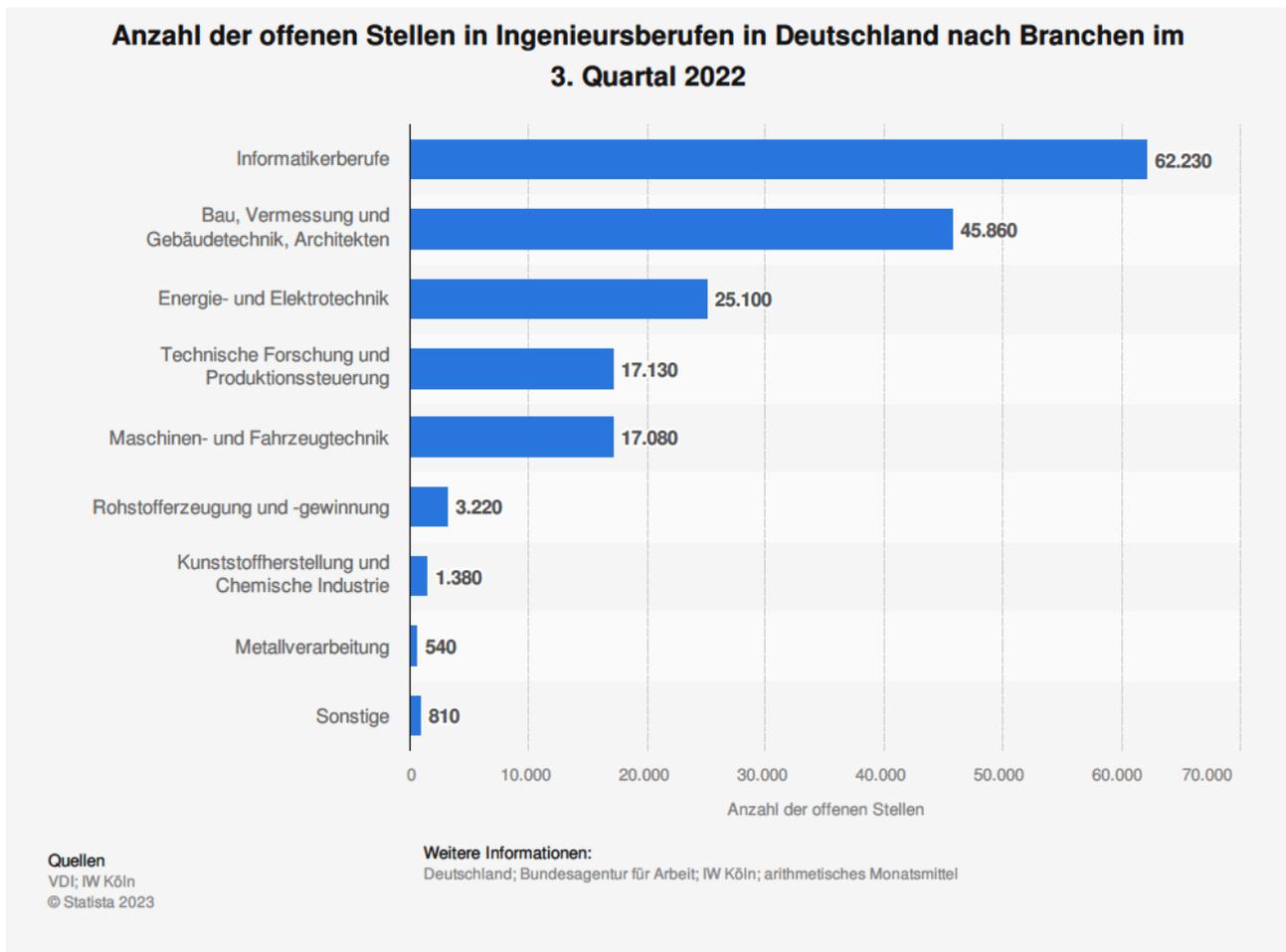


Abbildung 3: Anzahl offener Stellen in Ingenieurberufen

Die im Studiengang erworbenen sozialen Kompetenzen ermöglichen es den Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* auch, Führungsaufgaben zu übernehmen. In öffentlichen Einrichtungen wie Hochschulen werden verstärkt Aufgaben in den Bereichen Forschung, Lehre, Entwicklung und Verwaltung wahrgenommen. Ein erfolgreich absolviertes Masterstudium *Energie- und Prozesstechnik* ermöglicht den Absolventinnen und Absolventen auch die Aufnahme einer weiterführenden Forschungsarbeit auf diesem Gebiet, die zur Promotion führt.

Bisherige Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* haben beispielsweise Anstellungen in den Sparten Energietechnik, chemische Industrie und Anlagenbau angenommen. Neben großen Firmen wie Wacker Chemie, Siemens oder Linde sind auch KMU und Start-ups auf diesem Sektor Arbeitgeber für Absolventinnen und Absolventen.

Durch die Nähe des TUM-Standortes Garching zum bayerischen Chemiesiedeldreieck mit Firmen wie Wacker Chemie AG, OMV Deutschland, Borealis AG oder Clariant GmbH und weiteren großen Firmen wie Siemens AG, MTU Aero Engines, Linde AG, aber auch KMU und Startups gibt es vielfältige Möglichkeiten und eine hohe Nachfrage nach Absolventinnen und Absolventen.

- Absolventinnen und Absolventen aus dem Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* bringen durch ihre Ausbildung nicht nur ausgezeichnete fachliche Kompetenzen mit, sondern auch ein geschärftes Bewusstsein für die gesellschaftliche Relevanz ihres Tuns.
- Durch Lehrstuhl-Kooperationen mit Firmen wird der Bedarf an zielgerichteter Forschung direkt sichtbar, was sich auch im Lehrangebot niederschlägt. Die Studierenden werden dadurch optimal für spätere Einsatzmöglichkeiten ausgebildet und können so den Bedarf der Firmen nach Fachkräften auf diesen Gebieten unmittelbar decken.

Im Rahmen von künftigen Absolventenbefragungen und Rückmeldungen aus dem Arbeitsmarkt soll regelmäßig überprüft werden, ob der Bedarf vorhanden ist, sich verändert bzw. der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* mit seinen Merkmalen optimal auf die Bedürfnisse der Beschäftigungsfelder in Forschung, Entwicklung und Industrie abgestimmt ist. Hierzu werden auch erweiterte Qualitätszirkel mit externen Experten und Expertinnen durchgeführt, damit auch ein kritischer Blick von außen im nachhaltigen kontinuierlichen Verbesserungsprozess des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* inkludiert ist.

## 5 Wettbewerbsanalyse

### 5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Im direkten Vergleich steht der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* im Wettbewerb mit folgenden exemplarisch aufgeführten deutschsprachigen Masterstudiengängen. Auffällig in dieser beispielhaften Liste ist, dass sich die Gebiete Energietechnik auf der einen und Verfahrens- bzw. Prozesstechnik auf der anderen Seite jeweils auf getrennte Masterstudiengänge aufteilen:

- RWTH Aachen:
  - Energietechnik mit den Schwerpunkten mobile Antriebe (Verbrennungskraftmaschinen, alternative Antriebe, Luftfahrtantriebe, Turbomaschinen), Energieversorgung (regenerative Energien, Strom- und Wärmeversorgung Energiespeichertechniken), Energiesystemdesign (Modellierung und Optimierung von Energiesystemen).
  - Verfahrenstechnik mit Bioprozesskinetik, thermischen Trennverfahren, chemischer Verfahrenstechnik, mechanischer Verfahrenstechnik und Modellierung verfahrenstechnischer Systeme.
- KIT Karlsruhe:
  - Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik mit den Schwerpunkten Materialprozesstechnik, Bio- und Lebensmitteltechnik sowie Energie- und Umwelttechnik.
- FAU Erlangen:
  - Energietechnik mit den Schwerpunkten Elektrische Energietechnik, Materialwissenschaften und Werkstofftechnik und Verfahrenstechnik der Energiewandlung.
  - Chemie- und Bioingenieurwesen mit den Schwerpunkten Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik, Mechanische Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik, Simulation granularer und molekularer Systeme, Strömungsmechanik, Technische Thermodynamik, Thermische Verfahrenstechnik.
- RPTU Kaiserslautern:
  - Energie- und Verfahrenstechnik mit den Schwerpunkten Verfahrenstechnik, Thermodynamik, Strömungsmechanik.
- ETH Zürich:

- Maschineningenieurwesen mit den Schwerpunkten Mechanik, Thermo- und Fluidodynamik, Material-, Betriebs- und Produktionstechnik, Regelungstechnik und Produktentwicklung.
- Verfahrenstechnik mit den Schwerpunkten Bio- und Partikeltechnologie, Trennungsprozesse, Transport- sowie Reaktionsprozesse in Verbindung mit Mathematik, Informatik, Physik, Chemie und Biologie.
- TU Graz:
  - Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Energietechnik.
  - Verfahrenstechnik mit den Schwerpunkten Anlagen- und Prozesstechnik, biobasierte Materialien und Fasertechnik.

Neben dieser exemplarischen Liste finden sich in den Masterstudiengängen der Universitäten des Fakultätentags für Maschinenbau und Verfahrenstechnik ähnliche Konstellationen. Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* bietet im Gegensatz dazu die enge Verzahnung von energietechnischen und prozesstechnischen Inhalten wie energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie verfahrenstechnische Produktionsanlagen. Diese Verzahnung ist aufgrund der zukünftigen Aufgabenstellungen, die sich aus den Herausforderungen durch die in Deutschland beschlossene Energie- und Rohstoffwende ergeben, sowohl in Forschung als auch Lehre notwendig und zwingend.

## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der TUM gibt es derzeit kein Masterstudienangebot mit vergleichbarem oder verwandtem Profil. Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* ist so gestaltet, dass keine unnötigen Schnittmengen mit anderen Masterstudiengängen der TUM gegeben sind, sondern interne Synergien genutzt werden und die einzelnen Masterstudiengänge optimal ergänzen.

Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* unterscheidet sich von den ähnlichen Masterstudiengängen

- Chemieingenieurwesen,
- Industrielle Biotechnologie,
- Power Engineering,

innerhalb der TUM durch eine deutliche Profilierung in Richtung energietechnische (konventionell und regenerativ) und prozesstechnische Anwendungen.

Im Gegensatz zum Masterstudiengang Chemieingenieurwesen mit seiner Ausrichtung auf die molekularen Phänomene der Katalyse und Reaktionskinetik sowie der makromolekularen Anwendungen, fokussieren die Inhalte der Module im Masterstudiengang *Energie- und*

*Prozesstechnik* deutlich stärker die anlagen- und apparatetechnischen Aspekte von energietechnischen Systemen, energietechnischen Maschinen und Komponenten sowie verfahrenstechnischen Produktionsanlagen.

Die Abgrenzung vom Masterstudiengang Power Engineering erfolgt durch die Fokussierung auf nicht-elektrotechnische Aspekte der Energietechnik im Bereich konventioneller und regenerativer Energieerzeugung unter Einbeziehung von Aspekten der Prozess- und Anlagentechnik sowie der Biotechnologie.

Im Vergleich zum Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* ist es im Masterstudiengang Industrielle Biotechnologie zwar möglich, bis zu einem gewissen Grad ebenfalls biotechnologische Aspekte der Verfahrens- und Prozesstechnik zu fokussieren, allerdings in einem weit geringeren Umfang. Die Verknüpfungen einzelner verfahrenstechnischer Anlagen im Gesamtsystem werden dabei in weit geringerem Maß betrachtet.

Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* grenzt sich durch die Fokussierung auf thermodynamische und fluiddynamische Grundlagenmodule auch stark von den anderen Masterstudiengängen innerhalb des Mechanical Engineerings ab. Diese Abgrenzung verstärkt sich durch die anwendungstechnische und forschungsrelevante Übertragung der Lehr- und Forschungsinhalte auf energietechnische, prozesstechnische und biotechnologische Aspekte sowohl der Kraftwerkstechnik, der regenerativen Energieerzeugung als auch der chemischen und petrochemischen Technik und der Biotechnologie.

## 6 Aufbau des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs Energie- und Prozesstechnik beträgt vier Semester. Ein Studienbeginn ist sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden Credit Points (CP) beträgt 120. Sie werden modular erbracht und teilen sich folgendermaßen auf:

- Bereich Pflichtmodule: 5 CP
- Wahlbereich Mastermodule: 55 CP
- Wahlbereich International Experience: 6 CP
- Wahlbereich Hochschulpraktika: 8 CP
- Wahlbereich Überfachliche Ergänzung: 5 CP
- Wahlbereich Forschungspraxis: 11 CP
- Master's Thesis mit wissenschaftlich Arbeiten: 30 CP

In jedem Semester sollen 30 CP erlangt werden.

Tabelle 1: Darstellung des Studienplans eines viersemestrigen Masterstudiengangs

Se- mester	Module						CP/ Prü- fungen
1	Wärme- und Stoffübertragung 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)	Hochschulpraktikum 4 CP (Übungs-/Laborleistung)	29/6
3	Forschungspraxis 11 CP (wiss. Ausarbeitung/Projektarbeit)		Flexibilisierung / Vertiefender Wahlfachbereich 5 CP (Klausur)	Hochschulpraktikum 4 CP (Übungs-/Laborleistung)	International Experience 6 CP (Klausur)	Überfachliche Ergänzung 5 CP (wiss. Ausarbeitung)	31/5
4	Master's Thesis 30 CP (wiss. Ausarbeitung + Bericht)						30/1
	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			

Die Unterrichts- und Prüfungssprachen sind Deutsch und Englisch. Die Master's Thesis kann in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden. Der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* ist durchgängig auf Deutsch studierbar.

In den Wahlbereichen „Mastermodule“, „International Experience“ und „Hochschulpraktika“ finden, dem interdisziplinären Ausbildungsansatz der TUM folgend, thematisch passende Module aus einer Vielzahl anderer Departments und Schools der TUM Eingang. Auch die Studien- und Abschlussarbeiten können in einem klar definierten Rahmen außerhalb des Departments bzw. der School unter der Betreuung fachlich qualifizierter Prüfer angefertigt werden. Aus der Vielzahl der

möglichen Modulkombinationen kann sich folgendes spezialisiertes Absolventinnen- und Absolventenprofil ergeben.

Tabelle 2: Beispielhafter Studienplan eines Absolventen des Studiengangs Energie- und Prozesstechnik

Se- mester	Module						CP/ Prü- fungen
1	Wärme- und Stoffübertragung 5 CP (Klausur)	Optimierung und Modellanalyse 5 CP (Klausur)	Thermische Kraftwerke 5 CP (Klausur)	Grenzschichttheorie 5 CP (Klausur)	Thermische Verfahrenstechnik 2 5 CP (Klausur)	Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme 5 CP (Klausur)	30/6
2	Turbomachinery 5 CP (Klausur)	Auslegung thermischer Apparate 5 CP (Klausur)	Prozess- und Anlagentechnik 5 CP (Klausur)	Modellierung von Energiesystemen 5 CP (Klausur)	Biofluid Mechanics 5 CP (Klausur)	Energetechnisches Praktikum 4 CP (Übungsleistung)	29/6
3	Forschungspraxis 11 CP (wiss. Ausarbeitung/Projektarbeit)		Flugantriebe 1 und Gasturbinen 5 CP (Klausur)	Prozesssimulation Praktikum 4 CP (Übungsleistung)	EuroTeQ-Modul 6 CP (Klausur)	Technikphilosophie 5 CP (mündlich)	31/5
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)		120/18
	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		

Die klassische Lehrform der Vorlesung mit einer daran anschließenden Zentralübung wird durch verschiedenste Lehr- und Lernformate ergänzt. Die Lehrformen der anderen Modultypen werden in den entsprechenden Unterkapiteln erläutert. Alle Lehrformate sind in den zugehörigen Modulbeschreibungen beschrieben.

Zum Einsatz kommen didaktische (Grund-)Konzepte, die Präsenz- und Onlineanteile (Blended Learning) miteinbeziehen. Dabei werden Lehrmaterialien nach dem Instructional Design systematisch geplant, entwickelt und bereitgestellt. Die Lehrmaterialien können durch Onlinetools wie Moodle hochschuldidaktisch aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden. Dies unterstützt den Ansatz des Blended Learning in der modernen Hochschullehrstrategie. Die Präsenzzeiten (z. B. Vorlesungen) werden dabei genutzt, um einen systematischen Überblick über die Lehrinhalte eines Moduls zu geben. In der zugehörigen Selbstlernzeit hilft das bereitgestellte Lehrmaterial den Studierenden, die Lehrinhalte zu vertiefen und nachhaltig zu festigen.

Der Studiengang *Energie- und Prozesstechnik* nutzt das Prinzip der Lernzieltaxonomie. Dabei werden die drei Lernzielbereiche wie folgt unterschieden: kognitiv, affektiv und Handlungskompetenz. Die kognitiven Lernziele (Knowledge) umfassen hierbei die Grundlagen/das Fachwissen im Bereich der Energie- und Prozesstechnik (z. B. Wärme- und Stoffübertragung). Affektive Lernziele (Attitude) bilden die Grundlage, um angemessene Entscheidungen treffen zu können. So sollen Absolventinnen und Absolventen beispielsweise bei der Prozessauslegung erkennen, dass die energieeffiziente Auslegung von Prozessen ein Qualitätsmerkmal ihrer Arbeit ist. Die Handlungskompetenz (Skills) befähigt weiter, die ersten beiden Lernziele durch praktische Lösungsstrategien anzuwenden. Um vorangegangenes Beispiel fortzuführen sind die Studierenden

ferner in der Lage den Prozess mit bekannten Simulationssoftwaretools auszuarbeiten und einen Algorithmus zu verwenden, der diesen nach entsprechenden Qualitätsmerkmalen optimiert.

## 1. und 2. Fachsemester: Mastermodule und Hochschulpraktika

Im ersten Studienjahr absolvieren die Studierenden in erster Linie Module aus dem Wahlbereich Mastermodule (Umfang je Modul: i. d. R. 5 CP), über deren Besuch sie sich zügig die zentralen Inhalte ihres gewünschten Studienschwerpunkts aneignen und entsprechende fachliche Kompetenzen ausbilden. Ergänzt werden diese Module im 2. und 3. Fachsemester durch Hochschulpraktika (Umfang je Modul: i. d. R. 4 CP), in denen die Studierenden lernen, unter Anleitung Lösungen zu anwendungsnahen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen aus ihrem Studienschwerpunkt zu erarbeiten.

### Pflichtmodul

Im Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* muss das Pflichtmodul Wärme- und Stoffübertragung belegt werden. Dieses Modul vermittelt die wichtigsten Grundlagen aller Transportprozesse, wobei besonders die Analogie zwischen Impuls-, Wärme- und Stofftransport herausgearbeitet wird. Damit erwerben die Studierenden eine unverzichtbare Basis, um die in der Energie- und Prozesstechnik oft vorhandenen Analogien zu identifizieren und auf weitergehende komplexe Problemstellungen zu übertragen.

### Wahlbereich Mastermodule

Im Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* stehen insgesamt mehr als 50 Mastermodule zur Auswahl. Im Wahlbereich Mastermodule müssen mindestens 55 CP abgelegt werden. Dies soll einen breiten Kompetenzerwerb im interdisziplinären Kontext der Energie- und Prozesstechnik sicherstellen. Die Module sind auf vier thematische Wahlbereiche aufgeteilt: die methodischen Grundlagen, die energietechnischen Systeme, energietechnischen Maschinen und Komponenten und die Verfahrenstechnik. Des Weiteren ist es möglich bis zu 15 CP frei als Flexibilisierung/Vertiefender Wahlbereich zu wählen.

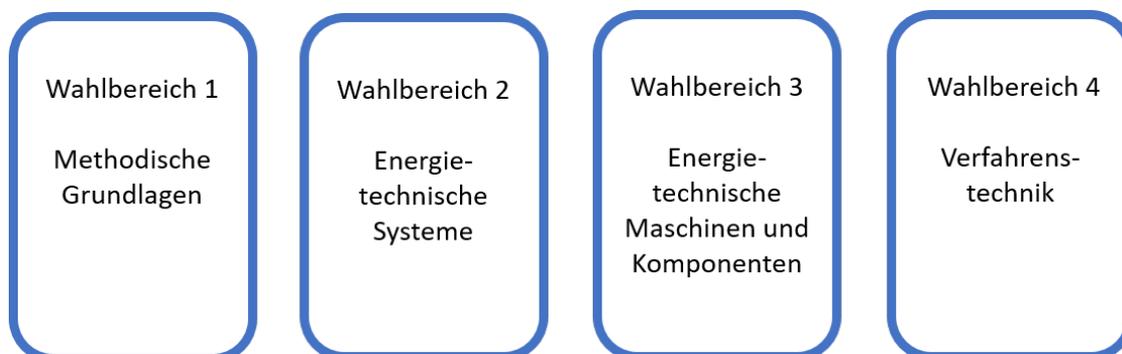


Abbildung 4: Thematische Wahlbereiche des Masterstudiengangs Energie- und Prozesstechnik

Im Folgenden wird näher auf die vier spezifischen Wahlbereiche eingegangen und der Aufbau des Studiengangs im Detail erläutert.

1. Wahlbereich 1: Methodische Grundlagen: In diesem Wahlbereich müssen mindestens 10 CP gewählt werden. Unten ist die Modulliste des Wahlbereichs dargestellt. Der Wahlbereich „Methodische Grundlagen“ unterteilt sich dabei in die Bereiche Kernmodule (blauer Block unten) und weitere Wahlbereichsmodule. Die Studierenden müssen aus dem Bereich Kernmodule 5 CP wählen. Im Wahlbereich 1 steht der Kompetenzerwerb im Bereich der kognitiven und affektiven Lernziele im Mittelpunkt, Studierende sollen dabei ein ausgeprägtes mathematisch-physikalisches Fachwissen erwerben, das sie qualifiziert, komplexe Systeme, Verfahren und Prozesse zu modellieren, das Verhalten mit Hilfe von stationären und dynamischen softwarebasierten Simulationen abzubilden und es zu bewerten.

- Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar
  - Verbrennung
  - Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme
  - Optimierung und Modellanalyse
  - Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse
- Grundlagen der Elektrochemie
  - Gasdynamik
  - Moderne Methoden der Regelungstechnik 1
  - Turbulente Strömungen
  - Finite Elemente
  - Grenzschichttheorie
  - Advanced Control
  - Angewandte CFD
  - Energietechnische Systeme

Während der Wahlbereich 1 verpflichtend für alle Studierenden ist, dienen die Wahlbereiche 2-4 der Spezialisierung und können individuell gewählt werden. Dazu sind Module im Umfang von mindestens 20 CP zu erbringen. Auch hier werden kognitive und affektive Lernziele angestrebt. In den folgenden Wahlbereichen ist nur eine Auswahl der Modulliste abgebildet.

2. Wahlbereich 2: Energietechnische Systeme: Bei der Vertiefung im Bereich der Energietechnischen Systeme sind Studierende in der Lage verschiedene Energiewandlungsmethoden zu verstehen und hinsichtlich des ressourcenschonenden Umgangs mit Rohstoffen zu bewerten. Dieser Wahlbereich stärkt die Kompetenzen hochkomplexe Systeme durch die Methodenkompetenz der Aggregation von Teilsystemen zu abstrahieren. Dies ist nötig um globale Wertschöpfungsketten ganzheitlich zu verstehen und Konzepte einer Kreislaufwirtschaft zu realisieren. Dadurch können Studierende Anforderungen an die Gesellschaft und Industrie definieren, um die Transformation zu einem regenerativen und nachhaltigen Energiesystem wirtschaftlich und sozial verträglich zu gestalten.
- Wasserstoff-basierte Technologien im Energiesystem mit Seminar

- Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor
  - Einführung in die Kernenergie
  - Integration of Renewable Energies
  - Modellierung von Energiesystemen
  - Thermische Kraftwerke
  - Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen
3. Wahlbereich 3: Energietechnische Maschinen und Komponenten: Durch die Vertiefung des Schwerpunktes Energietechnische Maschinen und Komponenten erlangen Absolventinnen und Absolventen Kompetenzen in der Modellierung von Prozessen und Einzelkomponenten energietechnischer Systeme mit Fokus auf zukünftige Kraftwerkstechnik. Durch die angestrebte Energiewende auf nationaler Ebene entstehen geänderte Voraussetzungen in jedem Teilsystem. Hierbei ziehen sich die Änderungen von der nationalen Stromerzeugung über einzelne Kraftwerke bis hin zu einzelnen Komponenten, die hier neu dimensioniert werden müssen. Die Kompetenz aktuelle und zukünftige Systeme wie Kraftwerke in Teilprozesse oder einzelne Komponenten zu dekompositionieren, diese zu dimensionieren und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung von Umwelteinflüssen zu bewerten trägt somit zur Erreichung der Ziele der Energiewende bei.
- Angewandte Elektrochemie
  - Turbomachinery
  - Flugantriebe 1 und Gasturbinen
  - Prozesstechnik in thermischen Abfallbehandlungsanlagen
  - Grundlagen und thermohydraulische Analyse von Kraftwerken
4. Wahlbereich 4: Verfahrenstechnik: In diesem Wahlbereich bilden Studierende ihr prozess- und apparatetechnisches Fach- und Methodenwissen für die Entwicklung und Auslegung verfahrenstechnischer/ bioverfahrenstechnischer Anlagen und Komponenten aus. Eine verfahrenstechnische Anlage ist ein Teilsystem einer globalen Wertschöpfungskette und muss sich ebenfalls an die ändernden Randbedingungen im Energiesektor anpassen. Auch hier kann das Teilsystem weiter bis zu einzelnen Komponenten und Apparaten dekompositioniert werden. Diese Anforderungen werden durch die gezielte Ausbildung der benötigten Kompetenzen in den einzelnen Modulen vermittelt. Studierende sind in der Lage, verfahrenstechnische/bioverfahrenstechnische Prozesse und Apparate entsprechend der Ziele und Anforderungen sowie unter den gegebenen technischen, wirtschaftlichen, energetischen und ökologischen Randbedingungen zielgerichtet auszuwählen, auszulegen und zu dimensionieren.
- Thermische Verfahrenstechnik 2
  - Biofluid Mechanics
  - Prozess- und Anlagentechnik
  - Planung thermischer Prozesse

- Chemische Reaktortechnik
- Auslegung thermischer Apparate

Mit Hilfe dieser Auswahlregeln und der damit verbundenen Modulauswahl wird sichergestellt, dass das oben beschriebene Qualifikationsprofil der Absolventinnen und Absolventen erreicht wird. Durch die gewünschte Kombination von methodischen Grundlagen und den anwendungsnahen Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie Verfahrenstechnik erlangen die Studierenden die für das spätere Tätigkeitsfeld geforderten und notwendigen Kompetenzen. Gleichzeitig ist auch eine tiefere Spezialisierung in verschiedene Richtungen möglich. Beispielhaft seien hier die regenerativen Energien, die konventionellen Energien, die Bioverfahrenstechnik und die thermische Verfahrenstechnik genannt.

### **Flexibilisierung/Vertiefender Wahlbereich (Wahlbereich 5)**

Die Entwicklung der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen schreitet rasch voran. Themen wie regenerative Energien, Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Mobilität, Nachhaltigkeit und demographischer Wandel stellen globale Herausforderungen dar und liegen häufig im Überlappungsbereich unterschiedlicher Disziplinen. Um diesen Entwicklungen erfolgreich zu begegnen, sind Studiengänge nötig, die den Studierenden ein hohes Maß an Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit bieten.

Hier setzt der Wahlbereich 5 „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ an. Die Studierenden haben innerhalb dieses Wahlbereiches die Möglichkeit, die maximal 15 verbleibenden Mastermodul-Credits aus dem gesamten Mastermodulangebot der School zu wählen. Darüber hinaus können auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule anderer Schools der TUM und/oder in- und ausländischer Universitäten nach Rücksprache mit der/dem Studiengangverantwortlichen in den Wahlbereich „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden.

Indem Studierende bis zu drei ingenieurwissenschaftliche Mastermodule frei aus externen Lehrangeboten wählen, wird es ihnen ermöglicht, die Interdisziplinarität im Studiengang *Energie- und Prozesstechnik* weiter zu steigern. Auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule, die im Rahmen eines Austauschstudiums abgelegt wurden und für die es keine inhaltliche Entsprechung im Mastermodulkatalog der School gibt, können innerhalb des Wahlbereiches „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden. Der Wunsch, eigene inhaltliche Akzente zu setzen und ein eigenes Profil zu entwickeln, lässt sich in diesem Rahmen ebenfalls realisieren: Man kann ebenso in die Breite und über die Grenzen ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen hinweg studieren wie in die Tiefe. Hier wäre eine forschungsorientierte Modulusammenstellung, in deren Rahmen ein spezielles Forschungsthema aus der eigenen Disziplin vertieft und die jeweilige Forschungsbasis verbreitert wird, ebenso denkbar wie ein breit aufgestelltes Studienprogramm.

### **Wahlbereich Hochschulpraktika**

Alle Masterstudierenden des Studienganges wählen ihre Hochschulpraktika (8 Credits, i. d. R. 2 Module) aus einem gemeinsamen Modulkatalog. Einen kleinen Teil dieser Hochschulpraktika importiert die TUM School of Engineering and Design aus den Angeboten anderer Schools, um die

Interdisziplinarität ihrer Ausbildung zu stärken, die an der Grenze zwischen Maschinenbau und anderen Ingenieur- sowie den Lebens- und Naturwissenschaften angesiedelt ist.

Die Hochschulpraktika dienen als Einführung in praktische ingenieurwissenschaftliche Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und sollen den/die gewählten Studienschwerpunkt/e inhaltlich sinnvoll ergänzen. Damit dienen die Hochschulpraktika im Konzept der Lernzieltaxonomie dem Lernziel der Handlungskompetenz. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt erfolgt somit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungs- bzw. methodenorientierte Schwerpunktsetzung. Die Module haben i. d. R. eine Modulgröße von je 4 Credits, da sich der Workload der Praktika i. d. R. aus einem Praktikum mit 4 SWS (entspricht 60 Präsenzstunden bzw. 2 Credits) und 60 Eigenstudiumsstunden (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 Bereiche bzw. Praktika zu ermöglichen. Die Beschränkung auf ein Praktikum würde nicht nur die individuelle Wahl einschränken, sondern auch die Methodenausbildung.

Für Studierende des Masterstudiengangs *Energie- und Prozesstechnik* empfehlen sich insbesondere folgende Praktika: Praktikum Regenerative Energien, Praktikum Verfahrenstechnik, Praktikum Bioverfahrenstechnik, Energietechnisches Praktikum, Prozesssimulation Praktikum, Computational Thermo-Fluid Dynamics, Thermofluiddynamisches Praktikum, Verbrennungstechnisches Praktikum, Praktikum Windkraftanlagen Simulation. Hier lernen die Studierenden zum einen Apparate, Gerätschaften und Prozesse im Labor- und Technikumsmaßstab kennen und zum anderen die Anwendung von z.B. modernsten Softwarewerkzeugen zur Bearbeitung von konkreten anwendungsnahen Fragestellungen aus den Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Apparate sowie verfahrenstechnische Prozesse.

Nach erfolgreichem Abschluss der Praktika besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis über das Zusammenspiel zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und können mit diesen Lösungen zu realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus den Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Apparate sowie verfahrenstechnische Prozesse beitragen. Hochschulpraktika sind somit ein entscheidender Baustein in der Ausbildung der Studierenden und Tragen zu einem beachtlichen Teil zur Erreichung des Lernziels der Handlungskompetenz bei.

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: Mastermodule, Überfachliche Ergänzung, Hochschulpraktikum, Forschungspraxis, International Experience und Master's Thesis**

Im zweiten Studienjahr absolvieren die Studierenden zusätzliche Mastermodule, erweitern ihre fachlichen Kompetenzen durch die Wahl von Modulen im Bereich der Überfachlichen Ergänzungen und werden über das Modul Forschungspraxis gezielt im eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten ausgebildet. Im Rahmen der Master's Thesis erfährt diese Kompetenz eine weitere Vertiefung.

#### **Wahlbereich Überfachliche Ergänzung**

Im Masterstudiengang „Energie- und Prozesstechnik“ 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:

- wechselnde Angebote im Bereich transversale Schlüsselkompetenzen des Zentrums für Schlüsselkompetenzen (ZSK):  
<https://wiki.tum.de/pages/viewpage.action?pageId=963839191>
- von den Professuren der ED angebotene Seminare, wie das Seminar „Führung in der Praxis“ (Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie),
- wechselnde Angebote im Rahmen der Modulstudien Philosophie (TUM) der Hochschule für Philosophie München (HFPH),
- ausgewählte Module der TUM School of Social Sciences and Technology (SOT), die sich mit den Wechselwirkungen von Technik und Gesellschaft sowie ethischen Fragen befassen, (z.B. Ethik und Verantwortung - Eine Einführung in die Bioethik für Studierende der Naturwissenschaften; Ethics in Science and Technology - Introduction to Applied Ethics; Prototyping Neuro-Future through Science/Fiction),
- universitäre Sprachkurse in allen angebotenen Sprachen und auf allen Niveaustufen des europäischen Referenzrahmens (auch Deutsch-Sprachkurse für ausländische Studierende) an der TUM oder im Ausland,

Im Rahmen dieser Angebote haben Studierende die Möglichkeit, gezielt Kompetenzen in den Bereichen auf- und auszubauen, die sie für ihr weiteres berufliches Fortkommen für wichtig erachten.

Die überfachlichen Aspekte des Qualifikationsprofils, welche die Absolventinnen und Absolventen dazu befähigen, eine qualifizierte Berufstätigkeit und zivilgesellschaftliches Engagement auszuüben sowie die Persönlichkeit zu entwickeln, erfolgt nicht allein im Bereich der Überfachlichen Ergänzung. Vielmehr umfassen eine Vielzahl von Modulen, insbesondere im Bereich der International

Experience, der Forschungspraxis und der Master`s Thesis, Elemente der Persönlichkeitsentwicklung.

Darüber hinaus gibt es an der TUM School of Engineering and Design eine Vielzahl herausragender studentischer Initiativen wie TUfast e. V. (<http://tufast.de/>, Zugriff am 09.03.2023), einen mitgliederstarken studentischen Verein, dessen Eco Team 2016 einen neuen Energieeffizienz-Weltrekord in der Kategorie „Most efficient electric vehicle“ aufstellte. Das Racing Team ist mit seinen selbstkonstruierten Rennwagen regelmäßig in der Formula Student international erfolgreich.

Ein weiteres studentisches Team ist TUMBoring (<https://tum-boring.com/>, Zugriff am 24.05.2023). Hier können Studierende z. B. praktische Erfahrungen in Bereichen wie Konstruktion und Entwicklung oder Management sammeln. Diesem Team gelang es im September 2021, das Finale des von Elon Musk und seinem Tunnelbohrunternehmen „The Boring Company“ ausgerufenen internationalen Wettbewerbs „Not-a-Boring Competition“ in Las Vegas zu gewinnen. Es setzte sich damit erfolgreich gegen 390 andere Teams durch.

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

Studierende, die in diesen Gruppen aktiv sind, entwickeln ihre Persönlichkeits-, Methoden- und Sozialkompetenz und nehmen vielfältige Anregungen mit, die weit über das rein Fachliche hinausgehen. Sie sammeln praktische Erfahrungen insbesondere im Projektmanagement (Termine, Kosten, Personal, Kommunikation etc.) 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 Semesterarbeit, eine wissenschaftliche Arbeit im Rahmen eines Teamprojekts oder ein Forschungspraktikum. Jede der drei genannten Optionen wird benotet und mit 11 Credits kreditiert. Für den Masterstudiengang Energie- und Prozesstechnik kommen insbesondere Arbeiten in den Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie verfahrenstechnische und bioverfahrenstechnische Prozesse und Anlagen in Betracht.

### **Semesterarbeit**

Durch die Teilnahme am Modul Semesterarbeit üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs im Bereich der Energie- und Prozesstechnik. Die Semesterarbeit ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein üblicherweise vorgegebenes Projekt in Einzelarbeit und wird hierbei von einer eigenen Prüferin/einem eigenen Prüfer unterstützt, die/der

zu Beginn der Arbeit in das Thema einführt, geeignete Literatur zur Verfügung stellt und Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung gibt.

Das Modul Semesterarbeit knüpft an die Kompetenzen an, welche sich die Studierenden im Rahmen der Bachelor's Thesis erworben haben und vertieft diese. Ziel des Moduls ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, eine wissenschaftliche Problemstellung aus den Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie verfahrenstechnische und bioverfahrenstechnische Prozesse und Anlagen zu bearbeiten. Dabei werden die im Studium erlernten Methoden weitgehend eigenständig eingesetzt. Dies führt zu einer Vertiefung der kognitiven und affektiven Lernziele und der Handlungskompetenz. Die Arbeiten werden gestützt auf die relevante Fachliteratur beurteilt. 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.

#### Teamprojekt

Die Option „Teamprojekt“ ist hinsichtlich Inhalt, Methoden und Zielsetzung mit der Semesterarbeit weitgehend identisch. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass das Einzelprojekt der/des Studierenden in einem größeren Projektzusammenhang angesiedelt ist, in dem mehrere Studierende unter Anleitung einer Prüferin/eines Prüfers parallel Teilaspekte eines Projekts bearbeiten. Dies eröffnet vermehrt Möglichkeiten zum fachlichen Austausch innerhalb des Projektteams, was fachliche Synergien mit sich bringen kann und zu einer weiteren Stärkung der sozialen Kompetenzen beiträgt. Der individuelle Beitrag jeder Studierenden und jedes Studierenden muss dabei eindeutig zuzuordnen sein und wird benotet.

#### Forschungspraktikum

Das Forschungspraktikum wird – wie Semesterarbeit und Teamprojekt – an einer Hochschulprofessur, die an der ED prüfungsberechtigt ist bzw. einer mit der ED kooperierenden wissenschaftlichen Forschungseinrichtung erbracht.

Ziel des Moduls ist es, dass Studierende unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen oder Mitarbeitern eine eigene ingenieurwissenschaftliche Problemstellung aus den Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie verfahrenstechnische Prozesse und Anlagen herausarbeiten und mögliche Lösungswege identifizieren, die in der anschließenden Master's Thesis bearbeitet werden. Ergänzt werden kann dieses Format um seminarartige Zusatzveranstaltungen, Journal Clubs (Peer Review in Kleingruppen) und Retreats (mehrtägige Klausuren zur Vertiefung und Diskussion

wissenschaftlicher Themen), die der Anwendung von Präsentationstechniken sowie der Fähigkeit zur Analyse und Bewertung von Lösungsmöglichkeiten und entsprechender Kommunikation dienen.

### **Wahlbereich International Experience/Auslandsaufenthalt**

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

- Internationale virtuelle (Fernstudium) sowie Präsenz-Kurse des EuroTeQ-Programms (<https://euroteq.eurotech-universities.eu/initiatives/building-a-european-campus/course-catalogue/>),
- Internationale fachbezogene Summer- und Winterschools an einer universitären Einrichtung,
- vorzugsweise englischsprachige Ergänzungsmodule aus dem Modulkatalog der TUM ED (aktuelle Übersicht jeweils in TUMonline),
- ausgewählte, vorzugsweise englischsprachige Kurse aus den im Aufbau befindlichen Angeboten der TUM Integrative Research Institutes, Munich Data Science Institute (MDSI) und Munich Institute of Integrated Materials and Process Engineering (MEP)<sup>1</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> ).

Das Konzept der International Experience wird sowohl von den Studierenden als auch deren späteren Arbeitgebern gut aufgenommen, da es sowohl ein individuelles Studium als auch fachliche Spezialisierung und Verbreiterung zulässt. Die Module in diesem Wahlbereich haben in der Regel 3 Credits, somit können insgesamt zwei Module gewählt werden. Diese Aufteilung begründet sich dadurch, dass den Studierenden innerhalb des Wahlbereichs International Experience eine vielfältige Wahl ermöglicht werden soll, um den eigenen Interessen und Neigungen folgen bzw. entsprechend der angestrebten Fachkompetenzen und Fachsprachkompetenzen wählen zu können und so die dargelegten Qualifikationsziele des Studiengangs zu erreichen. Diese flexible Gestaltung ermöglicht dabei die Wahl sowohl in die Breite als auch in die Tiefe.

Studierende, die darüber hinaus einen Auslandsaufenthalt in ihr Studium integrieren wollen, können dies grundsätzlich in allen Fachsemestern des Masterstudiums tun: Das vielfältige Angebot von

---

<sup>1</sup> <https://www.mep.tum.de/mep/startseite/> (Zugriffe am 22.05.2023).

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.

Im Ausland erbrachte Leistungen werden auf Antrag beim Masterprüfungsausschuss der ED anerkannt, sofern kein wesentlicher Unterschied vorliegt. Für Mastermodule gibt es folgende Anerkennungsmöglichkeiten: Module mit einem Umfang von mindestens 3 Credits, für die im Mastermodulkatalog der ED äquivalente Module ermittelt werden können, werden – sofern noch keine Präzedenzfälle existieren – auf Antrag durch die fachlich zuständigen Lehrenden auf ihre Anerkennbarkeit hin überprüft. Existieren Präzedenzfälle, ist eine Überprüfung seitens der Lehrenden hinfällig. In diesem Fall entscheidet der Masterprüfungsausschuss auf der Grundlage einer Anerkennungsliste, die regelmäßig aktualisiert wird.

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

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

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

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

### **Pflichtmodul „Master's Thesis“ (mit Seminar „Wissenschaftliches Arbeiten - 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 Ingenieurprojekt aus den Bereichen energietechnische Systeme, energietechnische Maschinen und Komponenten sowie verfahrenstechnische und bioverfahrenstechnische Prozesse und Anlagen, das allerdings

deutlich umfangreicher und anspruchsvoller ist als die Bachelor- bzw. Semesterarbeitsprojekte. Zwar steht auch hier eine Prüfende/ein Prüfender als Ansprechpartner/in zur Verfügung, auf eine weitestgehend eigenständige Bearbeitung des Projekts wird jedoch besonderen Wert gelegt. Die zu erbringenden Leistungen sind eine wissenschaftliche Ausarbeitung, die von einem Abschlussvortrag begleitet wird, sowie die Teilnahme am Seminar „Wissenschaftliches Arbeiten - Aufbau“ mit der Abgabe eines Exposés.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs eigenständig zu bearbeiten und mit dem Fachwissen aus dem Studium sowie mit relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird, eigene Methoden und Lösungsansätze zu entwerfen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von den Studierenden auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich gerechtfertigt. Auf Basis ihrer Ergebnisse sind die Studierenden fähig ihre neuen Methoden und Lösungsansätze zu rechtfertigen und zu beweisen. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Weiter sind die Studierenden in der Lage, ohne Hilfestellung einer Betreuerin/eines Betreuers eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig zu verfassen und dabei die Richtlinien zur guten wissenschaftlichen Praxis anzuwenden. Das beinhaltet umfassende Kenntnisse bezüglich des wissenschaftssprachlichen Ausdrucks und der Zitierregeln, des Aufbaus der Arbeit sowie der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.

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

Im Seminar „Wissenschaftliches Arbeiten - Aufbau“ 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 Energie- und Prozesstechnik 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-LS und TUM-NAT 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 ED zuständig (s. folgende Übersicht):

- **Allgemeine Studienberatung:**

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

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

Tel.: +49 (0)89 289 22245

- **Fachstudienberatung ED:**

Martina Sommer

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

+49 (0)89 / 289 15969

Raum: MW 0012a

- **Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:**

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:**

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

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

Tel.: +49 (0)89 289 22737

dezentral: Frau Dr. Ingrid Mayershofer

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

Tel: +49 (0)89 / 289 15020

- **Bewerbung und Immatrikulation:**

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

TUM CST - Bewerbung und Immatrikulation

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

Tel.: +49 (0)89 289 22245

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

Lisa Käsdorf

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

+49 (0)89 / 289 15697

Raum: MW 0012a

- **Beiträge und Stipendien:**

TUM CST – Beiträge und Stipendien (Semesterbeiträge, Stipendien)

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

- **Zentrale Prüfungsangelegenheiten:**

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

- **Dezentrale Prüfungsverwaltung:**

Die dezentrale Prüfungsverwaltung obliegt dem Masterprüfungsausschuss Maschinenwesen.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

Schriftführerin: Rosemarie Nadig

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

+49 (0)89 / 289 15695

Raum: MW 0012

- **Qualitätsmanagement Studium und Lehre**

TUM CST - Studium und Lehre - Qualitätsmanagement:

[www.lehren.tum.de/startseite/team-hrs/](http://www.lehren.tum.de/startseite/team-hrs/)

**ED:**

Studiendekan: Prof. Dipl. Arch. ETH Mark Michaeli  
E-Mail: [vicidean\\_study\\_teaching@ed.tum.de](mailto:vicidean_study_teaching@ed.tum.de)

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

Organisation QM-Zirkel: Dr. Ingrid Mayershofer  
E-Mail: [ingrid.mayershofer@tum.de](mailto:ingrid.mayershofer@tum.de)

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

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

## 8 Entwicklungen im Studiengang

Seit der Änderungssatzung vom März 2013 hat sich der Masterstudiengang Energie- und Prozesstechnik in den letzten zehn Jahren grundlegend verändert. Mit der Reakkreditierung zum Wintersemester 2019/2020 wurde die Struktur der Mastermodule neu gedacht.

- Einführung des Wahlbereichs Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung. Um Studierenden die Anerkennung von Leistungen aus dem Ausland bei nicht äquivalenten Kompetenzen zu erleichtern und/oder Module aus dem gesamten TUM-Portfolio zu belegen, wurde dieser neue Wahlbereich geschaffen.
- Schaffung von studiengangspezifischen thematischen Wahlbereichen (damals genannt „Säulen“). Diese thematischen Wahlbereiche, wie sie nun auch in dieser Reakkreditierung weiterentwickelt wurden, lösten die bisherigen Bereiche Kernkompetenzen, Schwerpunktmodule und Studiengangübergreifende Module ab.
- Weiterentwicklung des Bereichs Soft Skills zum Wahlbereich Schlüsselkompetenzen. Studierende hatten so die Möglichkeit, neben dem Angebot des Zentrums für Schlüsselkompetenzen auch Module der Carl-von-Linde Akademie, des TUM Sprachenzentrums oder ausgewählte Module von Professuren im Maschinenwesen als Studienleistung zu belegen.

Nun wird der Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* erneut reakkreditiert. Dabei werden die bewährten Grundstrukturen der Reakkreditierung zum WiSe19/20 weitestgehend übernommen. Folgende Neuerungen wurden umgesetzt:

- Die Wahlbereiche (ehemals Säulen) *Methodische Grundlagen*, *Energietechnische Systeme*, *Energietechnische Maschinen und Komponenten* sowie *Verfahrenstechnik* bleiben bestehen. Dabei werden bestehende Modullisten in den Wahlbereichen ergänzt: vor allem zukunftssträchtige, nachhaltige Technologien bekommen hier mehr Raum, um den Studierenden neue Weiterbildungsmöglichkeiten zu eröffnen.
- Der Wahlbereich Schlüsselkompetenzen wird in Überfachliches migriert und von ehemals 2 CP auf 5 CP erweitert. Die Studierenden erhalten dadurch die Möglichkeit, ihre überfachlichen Kompetenzen noch stärker auszubilden.
- Der Wahlbereich Ergänzungsmodule (9 CP) wird in den neu strukturierten Wahlbereich International Experience (6 CP) überführt. Dabei ist es nun möglich neben den Ergänzungsmodulen, die vor allem die Fachkompetenz schulen, auch viele englischsprachige Module in einem internationalen Umfeld zu belegen, um die Fachsprachkompetenz in einer globalisierten Welt zu stärken.

Aufgrund der Tatsache, dass das vielfältige und herausfordernde Zukunftsthema „Energiewende“ nicht nur auf der Grundlage des Wissensstandes einer einzigen Disziplin bewältigt werden kann, hat die ED den Masterstudiengang *Energie- und Prozesstechnik* interdisziplinär konzipiert: Die Studierenden haben die Möglichkeit, im Rahmen der thematischen Wahlbereiche *Methodische Grundlagen*, *Energietechnische Systeme*, *Energietechnische Maschinen und Komponenten* und

*Verfahrenstechnik* neben geeigneten Modulen aus der ED auch aus einem vorgegebenen Katalog an Modulen aus anderen Schools sowie des TUM Campus Straubing zu wählen. Zusätzlich steht es ihnen frei, im Rahmen der Wahlbereiche „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ weitere Module aus den genannten oder anderen Schools zu wählen. Auch Hochschulpraktika, Module im Bereich der International Experience und Studienarbeiten können in einem bestimmten Umfang an anderen Schools der TUM erbracht werden.

Um die Modulkataloge immer auf dem aktuellsten Stand zu halten und Neuerungen rasch aufzunehmen, wird im Rahmen des Studiengang-Qualitätszirkels halbjährlich über die Neuaufnahme und die Streichung von Modulen beraten. Es ist zu erwarten, dass im Bereich der erneuerbaren Energien in den nächsten Jahren, vor allem auch im Bereich der Wasserstofftechnik, neue Module in das Modulhandbuch aufgenommen werden. Diese können einen zusätzlichen Beitrag zum interdisziplinären Forschungs- und Lehrportfolio der TUM leisten, garantieren aber auch auf fachlicher Ebene eine Ausbildung am Zahn der Zeit.

Insgesamt ist der Studiengang zukunfts- und wettbewerbsfähiger geworden. Eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf Grundlage der Qualitätszirkel und Studierendenbefragungen hat sich positiv auf die Studierendenzahlen ausgewirkt. Sowohl Studierende als auch Vertreterinnen und Vertreter aus der Industrie loben den Studiengang *Energie- und Prozesstechnik* auf Grund seiner weiterhin einzigartigen Interdisziplinarität aus Energie-, Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Let's engineer the future!