

# Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang

Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau

Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München

<b>Bezeichnung</b>	Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau
<b>Organisatorische Zuordnung</b>	Fakultät für Maschinenwesen
<b>Abschluss</b>	Master of Science (M.Sc.)
<b>Regelstudienzeit &amp; Credits</b>	4 Semester & 120 ECTS-Credits
<b>Studienform</b>	Vollzeit, Präsenzstudiengang
<b>Zulassung</b>	Eignungsverfahren (EV)
<b>Starttermin</b>	WS 2019/2020
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Studiengangsverantwortliche</b>	Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl
<b>Ergänzende Angaben für besondere Studiengänge</b>	-
<b>Ansprechperson(en) bei Rückfragen</b>	Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, 089 289 15503, <a href="mailto:Gunther.Reinhart@iwb.mw.tum.de">Gunther.Reinhart@iwb.mw.tum.de</a>

Version/Stand, vom 27.03.2019

Der Studiendekan

---

Prof. Dr.-Ing. Manfred Hajek

# Inhaltsverzeichnis

1.	Studiengangziele .....	3
1.1.	Zweck des Studiengangs .....	3
1.2.	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	3
2.	Qualifikationsprofil .....	4
3.	Zielgruppen.....	7
3.1.	Adressatenkreis .....	7
3.2.	Vorkenntnisse der Studienbewerberinnen und -bewerber .....	7
3.3.	Zielzahlen .....	8
4.	Bedarfsanalyse .....	10
5.	Wettbewerbsanalyse.....	12
5.1.	Externe Wettbewerbsanalyse .....	12
5.2.	Interne Wettbewerbsanalyse.....	13
6.	Aufbau des Studiengangs .....	14
7.	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten .....	31
8.	Ressourcen .....	33
8.1.	Personelle Ressourcen.....	33
8.2.	Sachausstattung / Räume.....	33
9.	Entwicklung im Studiengang .....	34
9.1.	Übersicht über die Neuerungen .....	34
9.2.	Entwicklung im Studiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“	
	35	

# 1. Studiengangziele

## 1.1. Zweck des Studiengangs

Der Studiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“, kurz EPM, verfolgt den Zweck der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren zu Expertinnen und Experten des produzierenden Gewerbes. Beginnend mit der Entwicklung bis hin zu Produktion und Logistik beschäftigen sich die Masterstudierenden in diesem Studiengang intensiv mit dem gesamten Produktentstehungsprozess und erwerben sich flankierend dazu zentrale Kompetenzen im Bereich des betrieblichen Managements. Folgerichtig werden die Studierenden in allen drei Säulen „Entwicklung und Konstruktion“, „Produktionstechnik und Logistik“, „Management im Maschinenbau“ ausgebildet sowie in „Branchenspezifischen Kompetenzen“ und „Ergänzenden Kompetenzen“.

Darüber hinaus gibt EPM den Studierenden die Möglichkeit, sich in die Breite oder in die Tiefe zu bilden. Damit fördert EPM den Nachwuchs von Ingenieurinnen und Ingenieuren mit managementorientiertem Verständnis der übergreifenden Wirkzusammenhänge in komplexen Unternehmen, sowie von Ingenieurinnen und Ingenieuren mit hochspezialisierten Fachkompetenzen branchenbezogener Produktentstehungsprozesse. Im internationalen Wettbewerb liegt es an diesen Expertinnen und Experten das Gütesiegel Made in Germany, educated by TUM zu vertreten.

## 1.2. Strategische Bedeutung des Studiengangs

Als neuer Masterstudiengang im Maschinenwesen identifiziert sich EPM stark mit dem Leitbild der TUM und hat die Prinzipien des Leitbilds in seine Lehrinhalte und -strategie integriert. Nur durch von Ingenieurinnen und Ingenieuren getriebene Innovationen in Produktdesign, Produktionstechnik und effizienter Betriebsführung kann der Produktionsstandort Deutschland im internationalen Wettbewerb mit Billiglohnländern gehalten und das Wirtschaftswachstum gesichert werden. Hier ansässige Unternehmen sehen sich zunehmend mit Herausforderungen, wie dem Wandel zur Industrie 4.0 konfrontiert und benötigen Fachkräfte, die sich z.B. mit der Digitalisierung in der Produktion auskennen. Somit trägt der Studiengang EPM direkt zum Erhalt und der Verbesserung von Leben und Zusammenleben der Menschen in der Innovationsgesellschaft bei. Hierfür sind international beste Standards notwendig, die durch den engen Austausch der in EPM lehrenden anwendungsorientierten Institute mit führenden Unternehmen der Wirtschaft sichergestellt werden. Des Weiteren soll das breite Vertiefungsangebot mit hoher Schnittstellendichte möglichst viele verschiedene und individuelle Talente begeistern und für den Studiengang gewinnen. EPM steht für unternehmerisches Denken und Handeln im Maschinenwesen. Der Studiengang vermittelt den Studierenden unter anderem das Wissen und die notwendigen Fähigkeiten, Unternehmen zu gründen, auszubauen und zu organisieren und ermutigt die Studierenden zum „entrepreneurial spirit“.

## 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 „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ anhand der Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen, (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:

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges EPM verfügen über ein Qualifikationsprofil, welches sich vorrangig aus den drei Kernkompetenzfeldern, (i) Entwicklung und Konstruktion, (ii) Produktionstechnik und Logistik sowie (iii) Management im Maschinenbau, zusammensetzt. Der Schwerpunkt der Kompetenzbildung liegt bei der Wahl der Studierenden und kann bei einer entsprechenden Spezialisierung zertifiziert werden.

Das erste Kernkompetenzfeld umfasst Wissensbestände und Methoden zur systematischen Entwicklung und Konstruktion technischer Produkte sowie grundlegende und spezifische Methoden in den Domänen Maschinenbau und Mechatronik. Die Studierenden werden dazu befähigt, komplexe Entwicklungsaufgaben in interdisziplinären Teams systematisch zu planen, zu organisieren, durchzuführen und zu bewerten. Der Bereich der Produktentwicklung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass ein systemunabhängiges Verständnis für Prinzipien, Prozesse und Methoden notwendig ist, um deren Anwendbarkeit auf spezifische technische Produkte bewerten zu können. Für zu entwickelnde Konzepte sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage, virtuelle Absicherungsmethoden wie computer-aided design (CAD) anzuwenden. Sie können durch fertigungs- und montagegerechte Produktgestaltung den Produktentstehungsprozess verkürzen, was einen Übergangsaspekt der Entwicklungsphase in die anderen Kompetenzfelder darstellt.

Das zweite Kernkompetenzfeld, die Produktionstechnik und Logistik, setzt dort an, wo Entwicklung und Konstruktion aufhören. In diesem Feld werden alle Kenntnisse und Kompetenzen entlang der Lieferkette (Supply Chain) vermittelt, die für Ingenieurinnen und Ingenieure von großer Bedeutung sind. Absolventinnen und Absolventen sollen Zusammenhänge von Produktion und Herstellbarkeit bewerten, Produktionsprozesse entwickeln, sowie Alternativbewertungen durchführen können. Sie sind in der Lage, industrielle Prozessketten und konkurrierende Lösungsansätze für Fertigungskonzepte zu bewerten und daraus eigenständig Fertigungskonzepte zu entwickeln, welche geltenden Anforderungen hinsichtlich Robustheit und Fertigungsgenauigkeit gerecht werden. Die Bedienung virtueller Absicherungsmethoden wie computer-aided manufacturing (CAM) ist eine ihrer dazu beitragenden Fähigkeiten. Weiter sind sie qualifiziert, bestehende Fertigungsabläufe zu analysieren und daraus Verbesserungspotentiale abzuleiten. Hierfür können sie vielfältige Fertigungsverfahren sowie zugehörige Maschinen- und Werkzeugsysteme bewerten und eine geeignete Werkstoffauswahl treffen. Sie verstehen die hierfür relevanten

werkstofftechnischen und mechanischen Grundlagen. Des Weiteren werden die Absolventinnen und Absolventen befähigt, inner- und außerbetriebliche Logistikkonzepte zu bewerten und Lösungsansätze sowohl in der innerbetrieblichen Bereitstellungs- als auch der außerbetrieblichen Versorgungskette zu entwickeln. Dies beinhaltet die Bestimmung geeigneter Förder- und Transportmittel je nach Einsatzfall und äußeren Rahmenbedingungen, die Auswahl geeigneter und anforderungsgerechter Lager- und Kommissioniersysteme sowie deren Struktur- und Systemplanung. Darüber hinaus sind sie qualifiziert, Materialflusssysteme auszulegen und zu dimensionieren, Berechnungen und Konstruktionen von Fördergeräten und -anlagen sowie charakteristischen Bauelementen durchzuführen und Durchsatzberechnung anzustellen.

Innerhalb des dritten Kernkompetenzfelds Management im Maschinenbau eignen sich die Studierenden Kenntnisse und Kompetenzen in den Betriebswissenschaften sowie in speziellen Bereichen der Betriebswirtschaft an. Die Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs sind insbesondere befähigt, anspruchsvolle Tätigkeiten an der Schnittstelle zwischen technischen Bereichen, wie der Produktion und der Entwicklung, und betriebswirtschaftlichen Bereichen, wie dem Vertrieb und dem Marketing, einzunehmen. Die Studierenden lernen, unternehmerisch zu denken, und können in leitender Position als fachlich und sozial kompetente Führungskräfte zum wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens beitragen. Das technisch-naturwissenschaftliche Wissen und die damit verbundenen Analysefähigkeiten werden weiter ausgebaut, um Ingenieurinnen und Ingenieure auszubilden, die das Produkt, die zur Fertigung notwendigen Prozesse und die Produktion verstanden haben und in den Kontext des Unternehmens setzen können. Zudem haben sich die Absolventinnen und Absolventen auf Basis der vertieften maschinenbautechnischen Ausbildung fundiertes Methodenwissen für die zielorientierte Bewältigung von Aufgaben in betriebswirtschaftlichen Unternehmensbereichen wie Controlling, Marketing, Qualitätsmanagement und Personalmanagement angeeignet. Die Betätigungsfelder sind aufgrund der weltweit vernetzten Produktionsstätten sowohl national als auch international. Interkulturelle Kompetenz wird im Studiengang unter anderem durch die Erleichterung von Auslandsaufenthalten und einfachere Anerkennung von Modulen gefördert.

Die Ausrichtung des Masterstudiengangs EPM ist wissenschaftlich und anwendungsorientiert. Die Basis hierfür ist die Vermittlung von fundiertem Fachwissen, insbesondere über die drei Säulen der Kernkompetenzen. Der Anwendungsschwerpunkt wird den Studierenden durch die Säule Branchenspezifische Kompetenzen vermittelt. Hier haben Sie die Möglichkeit, sich gezielt in den Hauptbranchen des produzierenden Gewerbes weiterzubilden. Hierzu zählen die Industrien für Fahrzeug- und Antriebstechnik, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Mechatronik und Robotik sowie Energie- und Prozesstechnik.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen:

Das erlangte vertiefte Fachwissen und die methodische Lösungsfindungskompetenz im interdisziplinären Feld von Entwicklung, Produktion und Management können die Absolventinnen und Absolventen auch auf unübliche, neue oder hochkomplexe Probleme und Aufgabenstellungen anwenden bzw. transferieren. Sie sind zur Lösung der Probleme sowohl auf Basis anwendungsbasierter als auch grundlagenorientierter Methodik befähigt und können dabei neuere Entwicklungen in der Entwicklung und Produktion und im betrieblichen Management sowie Konzepte und Methoden anderer Disziplinen einbeziehen. Im Bereich der wissenschaftlichen Innovationen werfen die Absolventinnen und Absolventen aktuelle Forschungsfragen im Bereich der Entwicklung

und Produktion auf und lösen diese durch geeignete Wahl der Forschungsmethoden und sind in der Lage ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu kommunizieren.

Kommunikation und Kooperation:

Insbesondere der Kommunikation und Kooperation kommt bei dem gesellschaftlich bedeutsamen Bereich der Industrie 4.0 eine besondere Bedeutung zu. Dies umfasst auch die ziel- und situationsorientiert 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 (Forschung und Entwicklung, Konstruktion und Simulation, Projektleitung, Fertigung, Qualitätssicherung 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.

Zusammenfassend bildet der Masterstudiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ 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, ...) sowie verschiedenen Fachdisziplinen (Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik) 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 EPM ist eine vertiefte Ausbildung von Studierenden mit Bachelorabschluss (oder gleichwertigem Abschluss) im Maschinenwesen/Maschinenbau, in den Ingenieurwissenschaften oder in einer verwandten Disziplin. Studienbewerber sollten ein vertieftes Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen rund um den Produktentstehungsprozess, deren ingenieurwissenschaftlichen Lösungen sowie der damit zusammenhängenden Betriebsorganisation mitbringen. Neben den nationalen sind auch internationale Bewerber willkommen, sofern sie über ausreichende Deutsch- und Englischkenntnisse verfügen, um das Studium erfolgreich absolvieren zu können.

### 3.2. Vorkenntnisse der Studienbewerberinnen und -bewerber

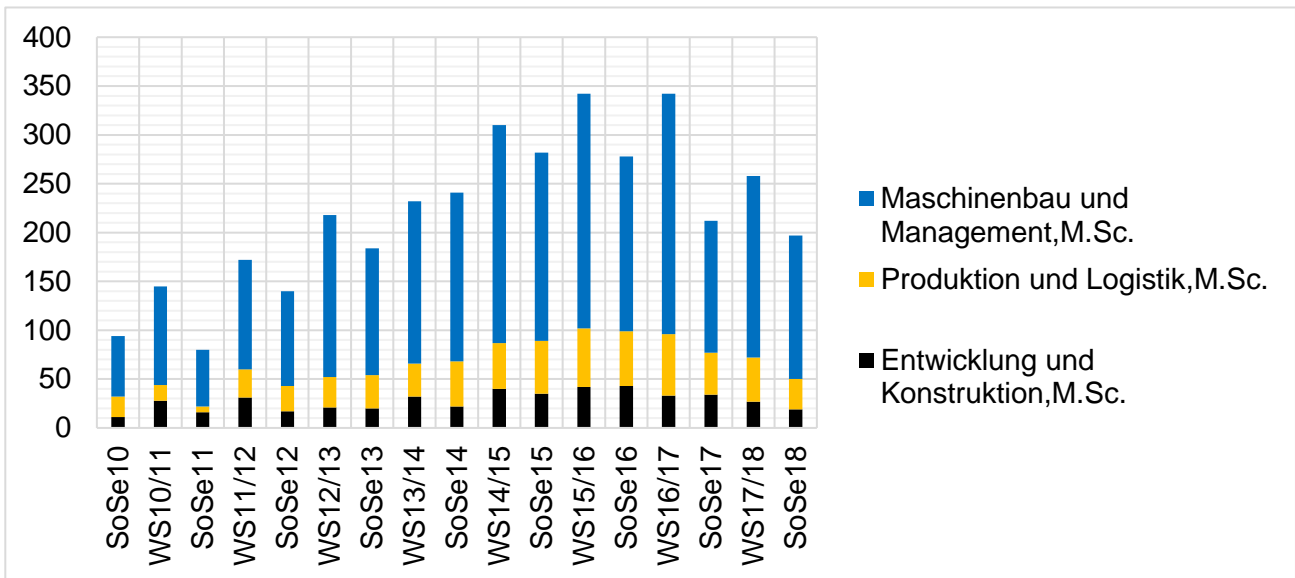
Der Masterstudiengang EPM richtet sich primär an Studierende mit einem ersten qualifizierenden Bachelorabschluss der Fachrichtung Maschinenwesen. Vorausgesetzt wird bei den Bewerberinnen und Bewerbern deshalb ein Ausbildungsprofil, das den Studierenden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen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

Die Qualifikation für den Masterstudiengang EPM 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 oder eines Ingenieurs der angestrebten Ausrichtung Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau 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 EPM 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 studiengangspezifische Berufsausbildungen, Praktika, Auslandsaufenthalte oder durch fachgebundene Weiterbildung, erzielt in ihrem Bachelorstudium, begründen.

Sofern die erforderliche Vorbildung für den Studiengang EPM 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.

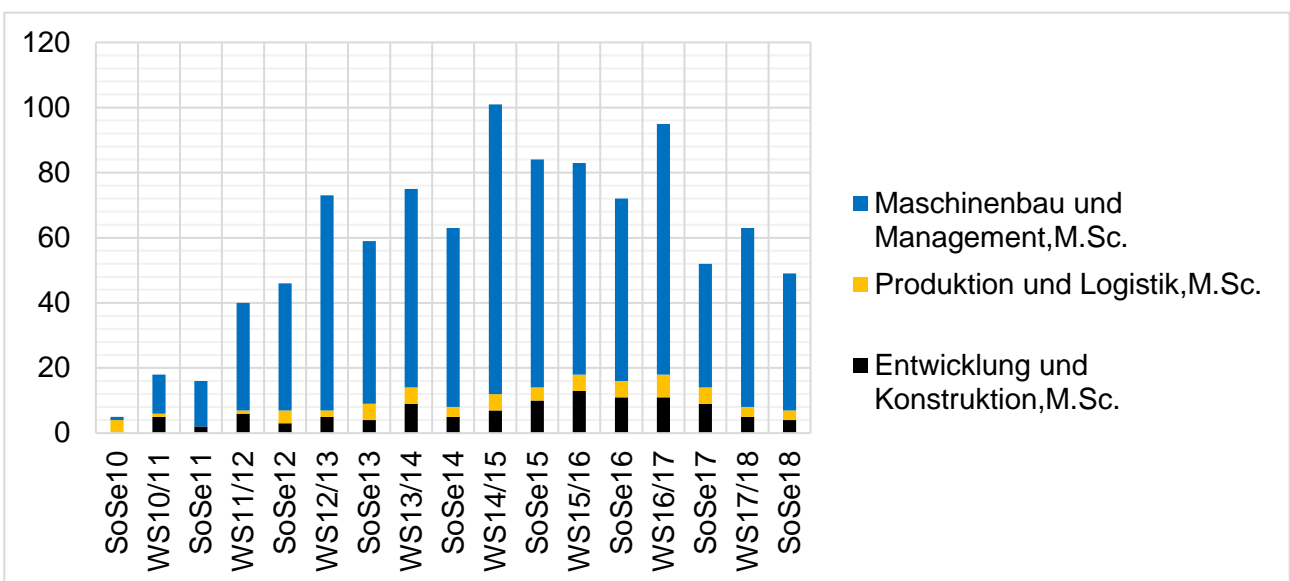
### 3.3. Zielzahlen

In Abbildung 1 ist die Anzahl der Bewerbungen um einen Masterstudienplatz über die Semester der letzten Jahre bezogen auf die Studiengänge Maschinenbau und Management, Produktion und Logistik sowie Entwicklung und Produktion dargestellt.



**Abbildung 1:** Anzahl der Bewerbungen um einen Masterstudienplatz (Quelle: SAP TUM, Zugriff: 25.04.2018)

Die Anzahl der Studienanfängerinnen und -anfänger pro Masterstudiengang und Semester zeigt Abbildung 2.



**Abbildung 2:** Anzahl der Studienanfänge im Master (Quelle: SAP TUM, Zugriff: 26.04.2018)



Im Studienjahr 2015/16 waren 386 Master-Studierende in den drei Studiengängen immatrikuliert und 111 Absolventinnen und Absolventen haben die Studiengänge im selben Zeitraum erfolgreich beendet. Die Frauenquote lag in 2015/16 für die drei Masterstudiengänge im Mittel bei 17,1% (siehe <https://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/die-tum-in-zahlen/>, Zugriff am 15.06.2018).

Da sich der neue Studiengang EPM aus den drei bisherigen Studiengängen Maschinenbau und Management, Produktion und Logistik sowie Entwicklung und Produktion ergibt, entspricht die angestrebte Zahl an Studierenden und Absolvierenden der Summe dieser drei Studiengänge. Für die nächsten Semester ist auf Basis der dargestellten Statistik mit einer Anzahl von mindestens 40 bis 70 Studienanfängerinnen und -anfängern pro Semester zu rechnen. Durch Synergieeffekte auf Basis des Zusammenschlusses der drei Kompetenzfelder und der dadurch gesteigerten Wahlmöglichkeiten ist eine Zunahme der Studienanfängerzahl zu erwarten. Ferner wurden die Module aus den Mastern Maschinenbau und Management, Produktion und Logistik sowie Entwicklung und Produktion vielfach auch von den Studierenden des Masters Maschinenwesen belegt, was ein breites Interesse an den Feldern des neuen Master EPM belegt.

## 4. Bedarfsanalyse

Nach wie vor besteht in Deutschland ein großer Bedarf an gut ausgebildeten Ingenieurinnen und Ingenieuren. So ist der VDMA-Ingenieurerhebung<sup>1</sup>, welche alle drei Jahre Statistiken zum Ingenieurwesen aufstellt, zu entnehmen, dass im Frühjahr 2016 mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen auf der Suche nach Ingenieurinnen und Ingenieuren sind. Während ein Großteil der befragten Firmen angibt, dass die Zahl der im Unternehmen beschäftigten Ingenieurinnen und Ingenieuren in den nächsten Jahren steigen wird, geht nur ein deutlich kleinerer Teil der Firmen von konstanten Beschäftigungszahlen aus. Auch in Zukunft wird der Bedarf an jungen Ingenieurinnen und Ingenieuren groß sein. Bei der Aufteilung des Bedarfs in Fachrichtungen fällt auf, dass der Bereich des Maschinenbaus mit 77 % „Ja-Antworten“ klar an erster Stelle liegt. Gemäß den Antworten der befragten Firmen ist im Bereich Forschung, Entwicklung und Konstruktion bis 2021 der größte Bedarf an Fachkräften zu erwarten. Für dieses Tätigkeitsfeld, das noch durch Produktmanagement und technischen Vertrieb erweitert werden kann, werden Ingenieurinnen und Ingenieure mit Masterabschluss bevorzugt.

Das Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung<sup>2</sup> stellte fest, dass im süddeutschen Raum anhaltend viele Stellen zu besetzen sein werden. Auch in der Ingenieurerhebung des VDMA wurde in der bayerischen Maschinenbau- und Fahrzeugtechnik ein Engpass festgestellt. Hier kommen auf über 800 offene Stellen lediglich 100 Arbeitsuchende. Dies wirkt sich positiv auf den Universitätsstandort München aus, da in nächster Umgebung in exzellenten Firmen großer Bedarf an Fachkräften besteht und somit die Bereitschaft der Firmen groß ist, in die Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses zu investieren. Dies zeigt sich beispielsweise anhand zunehmend vielfältiger Einstiegsmöglichkeiten und, laut dem Wissenschaftsrat vom 26.01.2018, einer wachsenden Zahl an regionalen Kooperationen zwischen Hochschulen und Wirtschaftsakteuren.

Bereits während des Studiums bieten sich Möglichkeiten als Werkstudent/in oder Praktikant/in erste Erfahrungen zu sammeln und Kontakte zu knüpfen. Bei der Besetzung der Stellen ist auffällig, dass vor allem Stellen, die hoch qualifiziertes Personal voraussetzen nur schwer zu besetzen sind. Dies ist, speziell im verarbeitenden Gewerbe, durch eine mangelnde Qualifizierung der Bewerber begründet und dadurch mit einem hohen Zeitaufwand für die einstellenden Firmen verbunden. Aus diesem Grund ist eine möglichst hohe Qualifizierung an einer Universität wie der Technischen Universität München von großem Vorteil.

---

<sup>1</sup>[www.vdma.org/documents/105628/16127854/1487671063509\\_Ingenieurerhebung\\_2016\\_Publikation.pdf/53b708ca-b149-4253-9714-3aec0e43e955](http://www.vdma.org/documents/105628/16127854/1487671063509_Ingenieurerhebung_2016_Publikation.pdf/53b708ca-b149-4253-9714-3aec0e43e955) (Zugriff: 28.06.2018)

<sup>2</sup><https://www.econstor.eu/handle/10419/161694> (Zugriff: 26.09.2018)

Der Masterstudiengang „Entwicklung, Produktion und Management“ (EPM) stellt eine ideale Antwort auf den genannten Bedarf dar. Durch das breitgefächerte und trotzdem bereichsspezifische Wissen,

das in diesem Studiengang vermittelt wird, werden für Absolventinnen und Absolventen beste Voraussetzungen geschaffen, um erfolgreich in das Berufsleben einzusteigen.

Wie bereits dargelegt, herrscht vor allem im Bereich der Entwicklung und Konstruktion in Verbindung mit Produktmanagement und technischem Vertrieb großer Bedarf. Aufgrund der drei Kompetenzfelder Entwicklung, Produktion und Management im Studiengang haben die Studierenden große Wahlmöglichkeiten. Sie können sich jedoch auch gleichzeitig effektiv auf eines der Kompetenzfelder fokussieren und somit den Studiengang ihren individuellen Interessen anpassen. Durch eng gefasste und auf den Erwerb der zentralen Kompetenzen fokussierte Wahlbereiche mit Mindestbelegungsanforderungen wird sichergestellt, dass die Studierenden in allen drei Bereichen Wissen aufbauen, um somit bestmöglich für eine verantwortungsvolle Tätigkeit gerüstet zu sein. Dies ist essentiell, da laut der Ingenieurerhebung von 2016 Ingenieurinnen und Ingenieure häufig Führungsverantwortung besitzen. Beinahe sechs von zehn Geschäftsführern oder Vorstandsvorsitzenden haben ein ingenieurwissenschaftliches Studium absolviert. Vor allem bei Automobilherstellern, wo es viele Chancen gibt, Führungspositionen zu übernehmen, ist technisches Knowhow in der Entwicklung und Produktion sehr entscheidend. Aufgrund der vielen organisatorischen, wirtschaftlichen und personellen Aufgaben, die solche Stellen mit sich bringen, ist es darüber hinaus sehr wichtig, auch betriebswirtschaftlich ausgebildet zu sein.

# 5. Wettbewerbsanalyse

## 5.1. Externe Wettbewerbsanalyse

Die Vertiefungen Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau sind – wie zu erwarten – im Portfolio fast aller namhafter Universitäten enthalten, die ein Maschinenbaustudium anbieten. Häufig gibt es Studiengänge, die ihren Schwerpunkt in der Entwicklung und Konstruktion haben, eher selten solche, die auf Entwicklung und Produktion fokussieren. An den meisten Universitäten werden die genannten Vertiefungen jedoch einzeln angeboten.

So wird an der RWTH Aachen ein Masterstudiengang „Entwicklung und Konstruktion“ angeboten, der am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) „Produktentwicklung und Konstruktion“ heißt; diese werden jeweils durch einen Studiengang „Produktionstechnik“ ergänzt. Eine Kombination der beiden Themengebiete sowie deren Verbindung mit Management ist an beiden Universitäten nicht möglich.

Es lässt sich feststellen, dass sich der Masterstudiengang EPM an der TUM sowohl durch die Kombination unterschiedlicher Kompetenzfelder als auch durch den Studienaufbau, der in Kapitel 6 detailliert dargestellt wird, von vergleichbaren Studiengängen an anderen deutschen Universitäten abhebt.

Im internationalen Vergleich zeigt der Masterstudiengang „Production Engineering and Management“ des KTH Royal Institute of Technology Stockholm Ähnlichkeiten mit dem hier behandelten Studiengang, da er wie an der TUM viersemestrig ist und eine Vertiefung in eines der beiden Themengebiete zulässt. Des Weiteren enthält er eine Kombination aus studiengangspezifischen Pflicht- und Wahlmodulen. Unterschiede zum EPM werden bei der Beachtung des Bereiches Entwicklung deutlich. Die KTH bietet zwar als untergliederte Wahlmöglichkeit „production development“ an, integriert den Punkt Entwicklung jedoch nicht als Hauptsäule in den Studiengang. Gleiches trifft auf die Jönköping University zu, die den Studiengang „Production Development and Management“ anbietet. Dieser beinhaltet ähnliche Themen und eine Masterarbeit, die – wie im Maschinenwesen an der TUM – mit 30 ECTS gewertet wird. Darüber hinaus bietet die namhafte ETH in Zürich keinen vergleichbaren Studiengang an.

An der TUM können Studierende jedoch ihr fachliches Profil differenzierter ausprägen, da die Module mit jeweils 5 Credits feingliedriger angelegt sind. Außerdem bietet das EPM-Masterstudium durch ein Wahlmodul im Bereich der Schlüsselkompetenzen, zwei Hochschulpraktika und vor allem durch die Forschungspraxis, einer zusätzlichen wissenschaftlichen Arbeit, großes Potential für die Studierenden, sich individuell, praxisorientiert und wissenschaftlich weiterzuentwickeln. Dies hebt das Masterstudium an der Fakultät für Maschinenwesen der TUM deutlich von Studiengängen an anderen Universitäten ab.

Es zeigt sich also, dass der Studiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ in direkt vergleichbarer Art und Weise von keinen Universitäten national und international angeboten wird. Es existieren zwar universitätsübergreifend ähnliche Themenfelder, aber diese werden unterschiedlich gewichtet. Die breiten Grundlagen, die im Studiengang EPM an

der TUM vermittelt werden, einerseits und die trotzdem mögliche Spezialisierung in einem der drei Kompetenzfelder andererseits hebt den Studiengang von ähnlichen Studiengängen ab. Die vorgegebenen Wahlmodulkataloge helfen dem Studierenden bei der Orientierung und gewährleisten, dass zentrale Grundlagenmodule belegt werden. Eine gute Wissensbasis und der Erwerb entsprechender Kompetenzen werden damit sichergestellt. Wenn man zudem in Rechnung stellt, dass bundesweit unterhalb des Bedarfs ausgebildet wird (vgl. 4), bleibt festzuhalten, dass keines der aufgeführten Masterstudienprogramme in unmittelbarer Konkurrenz zu dem hier behandelten Studiengang der TUM steht. Aufgrund der Hauptsäule Entwicklung und der dazu notwendigen technischen Kernfächern entsteht außerdem eine klare Abgrenzung zum Wirtschaftsingenieursstudium, welches vielerorts angeboten wird.

## 5.2. Interne Wettbewerbsanalyse

Der Studiengang EPM ist an der TUM einzigartig. Die Vertiefungsrichtungen Entwicklung, Produktion und Management bieten unter dem Dach von EPM ein sehr umfangreiches Portfolio an möglichen Modulen. Eine klare Trennung der jeweiligen Vertiefungen ist sichergestellt, wobei Transfermodule trotzdem einen sinnvollen Zusammenhang zwischen den einzelnen Bereichen herstellen und zu einem vertieften Maschinenbauwissen führen.

Für einen internen Vergleich eignen sich die Studiengänge „Maschinenwesen“ und „Management and Technology“ (TUM-BWL). Der Master in Management and Technology bildet – ähnlich wie EPM – eine Schnittstelle zwischen Technologie und Management. Allerdings fokussiert dieser Studiengang auf den Aspekt des Managements und bietet lediglich Grundkenntnisse im Ingenieurwesen. Der Masterstudiengang „Maschinenwesen“ vertieft das vorhandene ingenieurwissenschaftliche Fach- und Methodenwissen und bietet eine vergleichbare Wahlfreiheit bei der Zusammenstellung eines individuellen Studienprofils wie der EPM-Master, eröffnet aber nur eingeschränkt Möglichkeiten, sich ausführlicher mit dem Thema „Management“ zu beschäftigen. Über den EPM-Masterstudiengang können Studierende auf an der TUM einzigartige Weise die unternehmensseitig stark nachgefragten Profile in den Bereichen Entwicklung und Produktion herausbilden und sich gezielt relevante Managementkompetenzen erwerben.

## 6. Aufbau des Studiengangs

Die Regelstudienzeit des Masterstudiengangs EPM beträgt vier Semester. Ein Studienbeginn ist sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich. Der Umfang der zu erbringenden Credits beträgt 120. Sie werden modular erbracht und teilen sich folgendermaßen auf:

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

In jedem Semester sollen 30 Credits erlangt werden.

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

Erläuterungen:

\*SK: Schlüsselkompetenzen

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

Ergänzungsmodule werden mit Prüfungsformen nach §41 der FPSO abgeschlossen.

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

### Abbildung 3: Studienplan des M. Sc. EPM

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

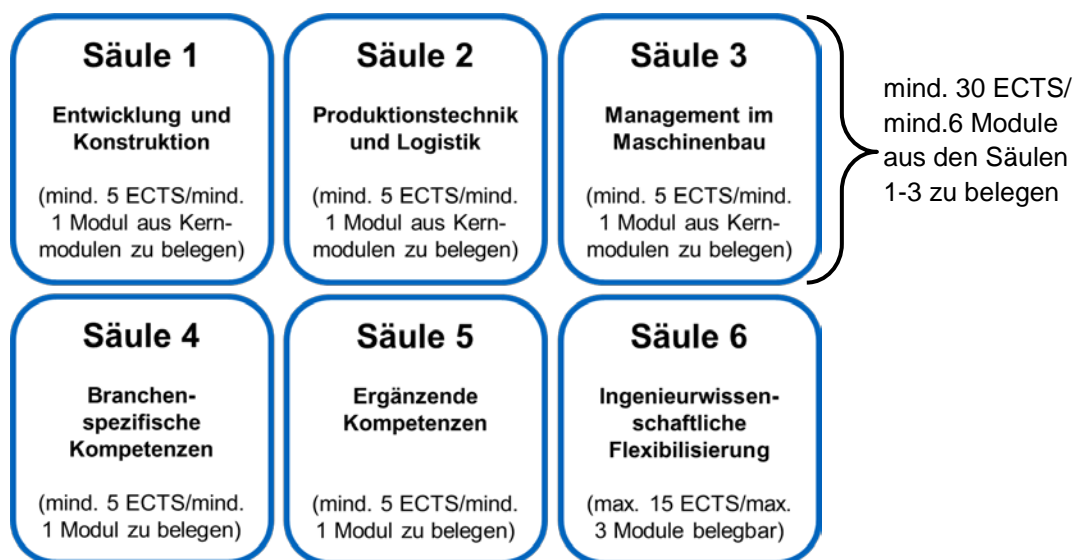
Die klassische Lehrform im Wahlbereich Mastermodule ist – sofern nicht anders angegeben – eine Vorlesung mit einer daran anschließenden Zentralübung, im Wahlbereich Ergänzungsmodule eine Vorlesung. Die Lehrformen der anderen Modultypen werden in den entsprechenden Unterkapiteln

erläutert. Ferner sind alle Lehrformate in den zugehörigen Modulbeschreibungen hinreichend beschrieben.

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

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

### Wahlbereich Mastermodule



**Abbildung 4:** Säulenaufbau des Masterstudiengangs EPM

Im Masterstudiengang EPM stehen insgesamt 75 Mastermodule zur Auswahl. Sie sind auf 5 thematische Säulen aufgeteilt. In den Säulen eins bis drei werden die Hauptthemenfelder Entwicklung und Konstruktion (Säule 1), Produktionstechnik und Logistik (Säule 2) sowie Management im Maschinenbau (Säule 3) behandelt. Zusätzlich werden Module zum Aneignen von branchenspezifischen (Säule 4) und ergänzenden Kompetenzen (Säule 5) sowie zur Ingenieurwissenschaftlichen Flexibilisierung (Säule 6) angeboten. In Abbildung 4 ist der beschriebene Säulenaufbau des Masterstudiengangs EPM grafisch dargestellt.

Die Zuordnung der für EPM ausgewählten Module zu den jeweiligen Säulen zeigt Tabelle 1. Der thematische Aufbau des Masterstudiengangs EPM lässt sich gut anhand des 3-Zyklus-Modells des Produktentstehungsprozesses erklären. Das Modell setzt sich aus drei Phasen, der Produktplanung, der Produktentwicklung und der Prozessentwicklung, zusammen. Es werden durch die Säulen 1, 2, 3 und 5 die für die Produktplanung benötigten Kompetenzen abgedeckt, die sowohl methodische Vorgehensweisen als auch die hauptsächlich über die Säule 3 (Management im Maschinenbau) vermittelten managementorientierten Aspekte von produzierenden Unternehmen zur Definition von Produktkonzepten beinhalten.

In der Teilphase der Produktentwicklung ist besonders Säule 1 (Entwicklung und Konstruktion) von Bedeutung. Hier wird aus Produktkonzepten eine konkrete Konstruktion mit dem Ziel eines funktionsfähigen Prototyps und eines Fertigungskonzeptes entworfen. Die benötigten technischen Kenntnisse und Kompetenzen aus den Bereichen Berechnung und Auslegung, Simulation, Werkstoffe, Mechatronik und Regelungstechnik werden vermittelt. Kompetenzen bezüglich Fertigungskonzepten und Prozessentwicklung werden maßgeblich durch Säule 2 (Produktionstechnik und Logistik) abgedeckt. Mittels Säule 4 wird die Möglichkeit der Vertiefung in spezifische Produkte beziehungsweise spezifische Branchen gegeben. Hierdurch wird neben dem systemunabhängigen Verständnis für Prinzipien, Prozesse und Methoden ein Anwendungs- und Praxisbezug hergestellt.

Damit das angestrebte Qualifikationsprofil erreicht wird, müssen von den 60 Credits aus dem Wahlbereich der Mastermodule insgesamt 30 Credits aus den Modulen 1 bis 3 erbracht werden. Des Weiteren müssen aus den Kernmodulen der Säulen 1 bis 3 und aus den Säulen 4 und 5 je mindestens 5 Credits absolviert werden. Es besteht die Möglichkeit einer Spezialisierung / Wahl einer Vertiefungsrichtung aus den drei Hauptthemenbereichen (Entwicklung und Konstruktion, Produktionstechnik und Logistik und Management im Maschinenbau) des Masterstudiengangs EPM. Hierzu müssen Module mit einer Gesamtanzahl von mindestens 25 Credits innerhalb einer Säule aus der jeweiligen Säule 1, 2 oder 3 belegt werden.

**Tabelle 1:** Modulliste des Masterstudiengangs EPM

<b>Säule 1: Entwicklung und Konstruktion (mindestens 5 ECTS aus Kernfächern)</b>
<b>Kernmodule:</b>
Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge
Maschinensystemtechnik
Methoden der Produktentwicklung
Multidisciplinary Design Optimization
<b>Weitere Säulenmodule:</b>
Angewandte CFD
Auslegung und Bauweisen von Composite Strukturen
Experimentelle Schwingungsanalyse
Kinematische Auslegung von Gelenkstrukturen mit Matlab und Catia
Mechatronische Gerätetechnik
Messsystem- und Sensortechnik im Maschinenwesen
Nichtlineare Kontinuumsmechanik
Optimierung in Strukturdynamik und Vibroakustik
Technische Dynamik
Werkstofftechnik
Zahnradgetriebe – Wälzpaarungen und deren Tribologie
<b>Säule 2: Produktionstechnik und Logistik (mindestens 5 ECTS aus Kernfächern)</b>
<b>Kernmodule:</b>
Montage, Handhabung und Industrieroboter
Planung technischer Logistiksysteme
Spanende Werkzeugmaschinen
Umformende Werkzeugmaschinen
<b>Weitere Säulenmodule:</b>
Automatisierungstechnik 2
Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile
Förder- und Materialflusstechnik



Fügetechnik
Gießereitechnik und Rapid Prototyping
Lasertechnik
Mensch und Produktion
Robotik
Virtuelle Prozessgestaltung für Umformtechnik und Gießereiwesen
<b>Säule 3: Management im Maschinenbau</b>
<b>Kernmodule:</b>
Designing und Scheduling Lean Manufacturing Systems
Fabrikplanung
Methoden der Unternehmensführung
Qualitätsmanagement
<b>Weitere Säulenmodule:</b>
Arbeitswissenschaften
Berufsbildungs- und Arbeitsrecht
Controlling
Global Entrepreneurship
Intelligent vernetzte Produktion – Industrie 4.0
International Management & Organizational Behavior
Marketing und Innovation Management
Production and Logistics
Produktionsergonomie
<b>Säule 4: Branchenspezifische Kompetenzen</b>
<b>Fahrzeug- und Antriebstechnik:</b>
Auslegung von Elektrofahrzeugen
Fahrzeugkonzepte: Entwicklung und Konstruktion
Motormechanik
Zahnradgetriebe – Auslegung und Schaltelemente
<b>Medizintechnik:</b>
Biomechanik – Grundlagen und Modellbildung
Grundlagen Medizintechnik: Biokompatible Werkstoffe 1
Zulassung von Medizingeräten
<b>Luft- und Raumfahrt:</b>
Flugsystemdynamik 1
Flugzeugentwurf
Luft- und Raumfahrtstrukturen
Turbomaschinen
<b>Mechatronik und Robotik:</b>
Entwicklung intelligent eingebetteter Systeme in der Mechatronik
Mikrotechnische Sensoren/Aktoren
Roboterdynamik
<b>Energie- und Prozesstechnik:</b>
Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems
Prozess- und Analogentechnik
Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor
<b>Säule 5: Ergänzende Kompetenzen</b>
Computational Intelligence
Control of Discrete Events
Grundlagen: Datenbanken

Faser-, Matrix- und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften
Finite Elemente
Grundlagen elektrischer Maschinen
Grundzüge der Volkswirtschaftslehre
Industrielle Softwareentwicklung für Ingenieure 2
Kunststoffe und Kunststofftechnik
Moderne Methoden der Regelungstechnik 1
Patente und Lizenzen
Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites
Software-Ergonomie
Systems Engineering
Wärme- und Stoffübertragung
Zerstörungsfreie Prüfung im Ingenieurwesen

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Module im Umfang von maximal 15 Credits in der Säule 6 „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ zu belegen. Die Entwicklung der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen schreitet rasch voran. Zukunftsthemen wie Digitalisierung (Industrie 4.0), Nachhaltigkeit und demographischer Wandel stellen globale Herausforderungen dar und liegen häufig im Überlappungsbereich unterschiedlicher Disziplinen. Um diesen Entwicklungen erfolgreich zu begegnen, sind Studiengänge nötig, die den Studierenden ein hohes Maß an Interdisziplinarität, Internationalität, Flexibilität und Individualisierbarkeit bieten.

Hier setzt die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ an. Die Studierenden haben innerhalb dieser Säule die Möglichkeit, die maximal 15 verbleibenden Mastermodul-Credits aus dem gesamten Mastermodulangebot der Fakultät für Maschinenwesen zu wählen. Darüber hinaus können auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule anderer Fakultäten der TUM und/oder in- und ausländischer Universitäten nach Rücksprache mit der/dem Studiengangverantwortlichen in die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden.

Indem Studierende bis zu drei ingenieurwissenschaftliche Mastermodule frei aus externen Lehrangeboten wählen, wird es ihnen ermöglicht, das ohnehin schon hohe Maß an Interdisziplinarität im Studiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ weiter zu steigern. Auch ingenieurwissenschaftliche Mastermodule, die im Rahmen eines Austauschstudiums abgelegt wurden und für die es keine inhaltliche Entsprechung im Mastermodulkatalog der Fakultät für Maschinenwesen gibt, können innerhalb der Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ eingebracht werden. Der Wunsch, eigene inhaltliche Akzente zu setzen und ein eigenes Profil zu entwickeln, lässt sich in diesem Rahmen ebenfalls realisieren: Man kann ebenso in die Breite und über die Grenzen ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen hinweg studieren wie in die Tiefe. Hier wäre eine forschungsorientierte Modulzusammenstellung, in deren Rahmen ein spezielles Forschungsthema aus der eigenen Disziplin vertieft und die jeweilige Forschungsbasis verbreitert wird, ebenso denkbar wie ein breit aufgestelltes Studienprogramm zum Beispiel in Richtung Digitalisierung der Produktion.

### **Wahlbereich Hochschulpraktika**

Alle Masterstudierenden der Fakultät für Maschinenwesen wählen ihre Hochschulpraktika (8 Credits, i.d.R. 2 Module) aus einem gemeinsamen Modulkatalog, der aktuell rund 145 Module

umfasst. Einen kleinen Teil davon (etwa 10 Module) importiert die Fakultät aus den Angeboten der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik sowie der Fakultäten für Informatik und für Wirtschaftswissenschaften, 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 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. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt erfolgt somit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungs- bzw. methodenorientierte Schwerpunktsetzung. Die Module haben i.d.R. eine Modulgröße von je 4 Credits, da sich der Workload der Praktika i.d.R. aus einem Praktikum mit 4 SWS (entspricht 60 Präsenzstunden bzw. 2 Credits) und 60 Eigenstudiumstunden (bzw. 2 Credits) ergeben. Vor dem Ziel einer sinnvollen Ergänzung der thematischen Schwerpunkte ist ein Modulumfang von insgesamt 8 Credits hinreichend, um die entsprechenden Qualifikationsziele des Masters zu erreichen. Die Aufteilung dieser 8 Credits auf zwei Module erfolgt um den Studierenden eine individuelle und fachliche Spezialisierung in zumindest zwei Bereiche bzw. Praktika zu ermöglichen. Die Beschränkung auf ein Praktika würde nicht nur die individuelle Wahl einschränken, sondern auch die Methodenausbildung.

Auf Grund der Möglichkeit der individuellen Schwerpunktbildung der Studierenden im Masterstudiengang EPM wird eine umfangreiche Empfehlungsliste für Hochschulpraktika gegeben:

**Tabelle 2:** Empfohlene Hochschulpraktika für den Masterstudiengang EPM

<b>Hochschulpraktika-Bezeichnung</b>
Adaptive Strukturen (PAS) – Praktikum
Angewandte FE-Simulation in Ur- und Umformtechnik
Angewandte Werkstoffkunde Praktikum
Blechverarbeitung im Fahrzeugbau Praktikum
CAD/CAM
CAD-Konstruktion und Methodik (Blockpraktikum)
Composite-Bauweisen – Praktikum
Computergestützter Regelungsentwurf
Engineering 4.0 - Agile und interdisziplinäre Entwicklung mechatronischer Produktionssysteme (Praktikum)
Entwicklung intelligenter verteilter eingebetteter Systeme in der Mechatronik – Praktikum
Entwicklung von Werkzeugmaschinen (Praktikum)
Ergonomisches Praktikum
ERP-Praktikum
Fault-Tolerant Control and Supervisory Control Theory
Fertigungstechnologien für Composite-Bauteile
Finite Elemente in der Werkstoffmechanik (Praktikum)
Finite Elemente Praktikum
Individualisierte Entwicklung und Produktion im Bereich Mensch-Maschine-Interface am Beispiel von Sportgeräten (EPMMS)
Industrial Design Engineering
Industriennahe FE-Analyse in der Vibroakustik
Industrieroboterpraktikum
Interaction Prototyping (Practical Course)

Kraftfahrzeugmess- und -versuchstechnik
Leichtbau (Praktikum)
Logistik
Mehrkörpersimulation in der Kraftfahrzeugentwicklung
Messen von Eigenspannungen und Verformungen – Blockpraktikum
Messtechnik-Mikrotechnik
Methods-Time-Measurement – Seminar
Moderne Methoden der Regelungstechnik
Polymer-Praktikum
PPS-Praktikum
Praktikum Additive Fertigung
Praktikum Antriebsstrang- und Gesamtfahrzeugsimulation
Praktikum Antriebssystemtechnik
Praktikum Automatisierungstechnik
Praktikum Der Fahrsimulator im Entwicklungsprozess
Praktikum Elektromobilität
Praktikum Fahrzeugkonzeptentwicklung
Praktikum für mechatronische Entwicklungsprozesse und Projektmanagement
Praktikum Gießereitechnik
Praktikum Kommunikationssysteme in der Automatisierung
Praktikum MATLAB/Simulink für Computer Aided Engineering
Praktikum Mehrkörpersimulation
Praktikum Modellieren
Praktikum Numerische Methoden für Ingenieure
Praktikum ressourceneffiziente Produktion
Praktikum Schlanke Produktion
Praktikum Simulation in der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen
Praktikum Simulation und Optimierung von mechatronischen Antriebssystemen
Praktikum Simulationstechnik
Praktikum Strukturdynamik
Praktikum Systems Engineering
Praktikum Testen in der Automatisierungstechnik
Praktikum Verfahrenstechnik
Praxisnahe Soft Skills für mechatronische Projekte in Entwicklung und Produktion
Rechnerintegrierte Produktentwicklung - CAD Praktikum
Roboterdynamik-Praktikum
Schweißtechnisches Praktikum
Schwingungsmesstechnik Praktikum
Seminar für Produktionsmanagement
Seminar Projektmanagement
Simulation von Composites
Simulation von Logistiksystemen
Steuerung und Messwerterfassung mit LabVIEW
Think. Make. Start.
Umformtechnik-Praktikum
Werkstoffmechanik Praktikum
Werkzeugmaschinen Praktikum

Nach erfolgreichem Abschluss ihrer gewählten Praktika besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis über das Zusammenspiel zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und

können mit diesen Lösungen zu realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus ihrem gewählten branchenspezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- bzw. methodenorientierten Studienschwerpunkt entwickeln.

Im Folgenden wird der oben beschriebene Zusammenhang anhand ausgewählter Hochschulpraktika aus der Empfehlungsliste (siehe Tabelle 2) dargestellt. Im Zuge der Absolvierung des Hochschulpraktikums „CAD-Konstruktion und Methodik“ lernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein CAD-Software-Werkzeug näher kennen. Ihnen wird ein umfassender Überblick über die optimale Erstellung von CAD-Modellen zur Maximierung der Prozessnutzung gegeben sowie die Arbeitsweisen zur Standardisierung von Modellen und zur Automatisierung von Arbeitsabläufen aufgezeigt. Dieses Hochschulpraktikum ist besonders für die Vertiefungsrichtung „Entwicklung und Konstruktion“ geeignet. Weitere konstruktive Fähigkeiten können beispielsweise über die Hochschulpraktika „CAD/CAM“ und „Rechnerintegrierte Produktentwicklung – CAD Praktikum“ erworben werden. Die in den Modulen „Systems Engineering“ (Säule 5) und „Adaptive Strukturen“ behandelten theoretischen Grundlagen können in den Hochschulpraktika „Praktikum Systems Engineering“ und „Adaptive Strukturen (PAS) – Praktikum“ vertieft und an praktischen Anwendungen erprobt werden.

Für die Vertiefungsrichtung „Produktionstechnik und Logistik“ ist beispielsweise das Hochschulpraktikum „Praktikum für schlanke Produktion“ empfehlenswert. Die Studierenden sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Methoden der Schlanken Produktion, erarbeitet anhand des Toyota-Produktionssystems, selbstständig in realen Unternehmen anzuwenden.

Für die Vertiefungsrichtung „Management im Maschinenbau“ empfehlen sich Hochschulpraktika wie das „Seminar für Produktionsmanagement“. Hierbei wenden die Studierenden die im Mastermodul „Methoden der Unternehmensführung“ gelernten Methoden an und erhalten einen Einblick in das Projektmanagement. Des Weiteren werden Sozial-, Methoden und Persönlichkeitskompetenzen (Teamarbeit, Führung, Präsentationstechniken) geschult.

Die Hochschulpraktika finden üblicherweise in Kleingruppen statt. Studierende entwickeln hier selbstständig in Einzel- und/oder Gruppenarbeit Lösungen zu konkreten realitätsnahen Aufgaben und können in individuellen Besprechungseinheiten mit den Betreuenden Fragen klären und weiterführende Themen erörtern. So wird in den Hochschulpraktika im Masterstudium der Ansatz des forschenden Lernens, der bereits für das Projektseminar des Bachelorstudiums prägend war, wieder aufgegriffen und vertieft.

### **Wahlbereich Schlüsselkompetenzen**

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

- Vom Zentrum für Schlüsselkompetenzen der Fakultät für Maschinenwesen angebotene Workshops und Trainings im Umfang von insgesamt 16 Stunden zur Stärkung der Selbst-, Sozial- und Methodenkompetenz der Teilnehmenden,

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

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

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

Ergänzungsmodulen wie „Ingenieur im Vertrieb und Einkauf“ versetzen Studierende nicht nur in die Lage, komplexe Einkaufs- und Vertriebsstrukturen von Unternehmen zu verstehen. Sie beschäftigen sich auch mit der Thematik „Führung“ in verschiedenen Fach- und Unternehmensbereichen. Nach der Teilnahme am Ergänzungsmodul „Lebens- und Karriereplanung für Ingenieur/innen“ (POL70068) wissen die Studierenden um ihre eigenen Kompetenzen, kennen mögliche Berufsperspektiven und Chancen für den Berufseinstieg in Wissenschaft und Wirtschaft und haben

Wissen über unterschiedliche Karriereentwürfe in Wissenschaft und Wirtschaft sowie über die Gesetzeslage erlangt.

In Semesterarbeits- oder Master's Thesis-Projekten wie dem Gemeinschaftsprojekt „globalDrive“ (<https://www.ftm.mw.tum.de/lehre/internationale-studentenprojekte/>, Zugriff am 23.07.2018), das der Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik seit mehreren Jahren mit wechselnden ausländischen Partneruniversitäten durchführt, arbeiten internationale Studierendengruppen mit Unterstützung von Industrieunternehmen an Aufgabenstellungen aus der Fahrzeugtechnik, welche die Zukunftsperspektiven der Fahrzeugtechnik unter globalen Aspekten betrachten. Zentral sind neben den rein fachlichen Aspekten Punkte wie Teambildung und vernetztes Arbeiten sowie Förderung von globalem Denken und multikultureller Zusammenarbeit.

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

Auch das Hyperloop-Team der studentischen Gruppe WARR (<http://www.warr.de/de/>, Zugriff am 23.07.2018) war in jüngster Zeit wieder in den Schlagzeilen (<https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/hyperloop-studenten-muenchen-1.4065819>, Zugriff am 24.07.2018): Es holte sich beim Hyperloop Pod Competition bei SpaceX in Los Angeles im Juli 2018 wie schon im Vorjahr den Preis für den schnellsten Pod, diesmal mit einer Höchstgeschwindigkeit von über 466 km/h. Der Tesla-Gründer und Wettbewerbsinitiator Elon Musk, der das Hyperloop-Konzept, einen Hochgeschwindigkeitszug, der sich mit annähernd Schallgeschwindigkeit in einer Röhre mit Teilvakuum fortbewegen soll, entwickelt hat, verfolgte die Fahrt der Münchner Kapsel vor Ort.

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

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

Heimat dieser und einer Reihe weiterer studentischer Initiativen ist die Fakultät für Maschinenwesen. Jede Initiative hat Anschluss an eine Professur im Maschinenwesen, die Anlaufstelle für fachliche und administrative Unterstützung ist und Infrastruktur (insbesondere Werkstattarbeitsplätze,

Maschinen und Werkzeuge) zur Mitnutzung zur Verfügung stellt. Die Gruppen selbst sind Orte regen interdisziplinären und interkulturellen Austauschs, in denen sich Studierende unterschiedlichster Nationalitäten und Disziplinen – aus den Naturwissenschaften, der Informatik, den Ingenieurwissenschaften und den Wirtschaftswissenschaften – in Teams zusammenschließen, um gemeinsam an Projekten zu arbeiten und häufig die Teilnahme an hochkarätigen internationalen Wettbewerben vorzubereiten.

Studierende, die in diesen Gruppen aktiv sind, entwickeln ihre Persönlichkeits-, Methoden- und Sozialkompetenz und nehmen vielfältige Anregungen mit, die weit über das rein Fachliche hinausgehen. Sie sammeln praktische Erfahrungen insbesondere im Projektmanagement (Termine, Kosten, Personal, Kommunikation, ...), in interdisziplinärer und interkultureller Teamarbeit aber auch in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit und der Sponsorensuche.

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

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



## Wahlbereich Ergänzungsmodule

Charakteristisch für den umfangreichen Wahlmodulkatalog der Ergänzungsmodule (aktuell ca. 175 Module) ist, dass hier häufig Lehrveranstaltungen von Lehrbeauftragten angeboten werden, die auf eine langjahrigere berufliche Praxis außerhalb der Universität zurückblicken. Auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus natur- oder anderen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen geben Einblick in spezielle Forschungsrichtungen. Die Ergänzungsmodule haben sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudium den Zweck, den Horizont der Studierenden zu erweitern, die gewählten Schwerpunkte zu vertiefen und auszubauen sowie neue Perspektiven sowohl in Sachen Forschung als auch hinsichtlich der beruflichen Praxis zu eröffnen.

Für Studierende des Masterstudiengangs EPM empfehlen sich insbesondere folgende Ergänzungsmodule:

**Tabelle 3:** Empfohlene Ergänzungsmodule für den Masterstudiengang EPM

<b>Modulbezeichnung</b>
Angewandte Mechanik Seminar
Anwendungsorientierte Simulation mechatronischer Systeme
Arbeitsschutz und Betriebssicherheit
Automobilproduktion
Betriebsfestigkeits- und Zuverlässigkeitsanalyse
Blechverarbeitung im Automobilbau
Die Digitale Fabrik in der Automobilindustrie und im Flugzeugbau
Digitale Menschenmodellierung (HFE)
Dimensionierung von Stirnradgetrieben
Energie und Wirtschaft
Entwicklung von Fahrzeugkarosserien
Geschäftsidee und Markt - Businessplan-Grundlagenseminar
Gieereitechnik im Fahrzeugbau
Grundlagen der experimentellen Strömungsmechanik
Hochleistungsgetriebe für Schiffsantriebe, Wind-Energie-Anlagen und industrielle Anwendungen
Informationssysteme und Entscheidungsunterstützung
Ingenieur im Vertrieb und Einkauf
Innovationen gestalten
Innovative Unternehmer - Führung von High-Tech Unternehmen
Kegel- und Hypoidzahnrader für Fahrzeugantriebe
Klebtechnik
Konstruktionsaspekte bei Flugantrieben
Kontinuumsmechanik für Ingenieure
Liefer- und Wertschöpfungskette Composites
Logistik in der Automobilindustrie
Management von Geschäftsstrategien
Massivumformung und Fertigungstechnik für Antriebstrang und Fahrwerk im Automobil
Mathematische Tools für Ingenieure
Mechatronik-Entwicklungsprojekte in der Praxis
Mehrkörpersimulation
Model Reference Adaptive Control
Multifunktionelle polymerbasierte Komposite

Orbitdynamik und Robotik
Patent-, Marken- und Musterrecht für Ingenieure: Eine Einführung
PDM Systeme in der industriellen Praxis
Planetengeräte
Praktische Aspekte der technischen Akustik
Produktionsmanagement im Nutzfahrzeugsektor
Projektmanagement für Ingenieure
Schüttgutförderung
Seminar Entwicklung mechatronischer Geräte
Seminar moderne Assistenzsysteme
Software-Entwicklung für eingebettete Echtzeitsysteme
Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik
Strukturdynamik
Synchronisierungen und Lamellenkupplungen
Systemidentifikation
Teamorientierte Entwicklung und Auslegung von Motorkomponenten (TEAM)
Trends und Entwicklungen in der Fahrzeugtechnik
Unternehmensexzellenz
Versuchstechnik im Flugzeugbau und Leichtbau
Vibroakustik in der industriellen Praxis
Wälzpaarungen
Werkstoffe für Motoren und Antriebssysteme: Luftstrahlantriebe, extreme Anforderungen an besondere Materialien
Zeitdiskrete Systeme und Abtastregelung

Das Konzept der Ergänzungsmodule wird sowohl von den Studierenden als auch deren späteren Arbeitgebern gut aufgenommen, da es sowohl ein individuelles Studium als auch fachliche Spezialisierung und Verbreiterung zulässt. Die Ergänzungsmodule haben insgesamt einen Umfang von 9 Credits, wobei sich diese auf 3 Module zu je 3 Credits aufteilen. Diese Aufteilung begründet sich dadurch, dass den Studierenden innerhalb des Ergänzungsbereichs ein vielfältige Wahl ermöglicht werden soll, um den eigenen Interessen und Neigungen folgen bzw. entsprechend der angestrebten fachlichen und überfachlichen Ziele wählen zu können und so die dargelegten Qualifikationsziele des Studiengangs zu erreichen. Diese flexible Gestaltung ermöglicht dabei die Wahl sowohl in die Breite als auch in die Tiefe.

Interessieren sich Studierende beispielsweise besonders für Getriebeentwicklung, so werden entsprechende theoretische Grundlagen, Auslegungsmethoden, Herstellungsprozesse, Einblicke in Praxis und Forschungsthemen etc. über die Ergänzungsmodule „Dimensionierung von Stirnradgetrieben“, „Kegel- und Hypoidzahnrad für Fahrzeugantriebe“, „Planetengeräte“, „Synchronisierungen und Lamellenkupplungen“ oder „Wälzpaarungen“ vermittelt. Wollen Studierende die Ergänzungsmodule nutzen, um sich vertieftes Wissen aufbauend auf Modulen des Studiengangs EPM (siehe Tabelle 1) anzueignen, können sie zum Beispiel das Ergänzungsmodul „Strukturdynamik“ belegen. Dieses baut auf dem Modul „Dynamics of Mechanical Systems“ auf. Das Ergänzungsmodul „Gießereitechnik im Fahrzeugbau“ ergänzt das Mastermodul „Gießereitechnik und Rapid Prototyping“, das Ergänzungsmodul „Unternehmensexzellenz“ das Mastermodul „Methoden der Unternehmensführung“.

### **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 Master „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ kommen insbesondere Arbeiten in den Bereichen Entwicklung und Konstruktion von elektromechanischen und mechanischen Systemen, Produktionstechnik, die die Thematiken Montagetechnik, Automation, Robotik, Umform- und Gießereitechnik aufgreift, Produktionsmanagement und Logistik sowie im Managementbereich, wie zum Beispiel Unternehmensführung, Personal-, Qualitäts-, Komplexitätsmanagement oder Fabrikplanung, in Frage.

### Semesterarbeit

Durch die Teilnahme am Modul Semesterarbeit üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs. 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. Sie/er führt zu Beginn der Arbeit in das Thema ein, stellt geeignete Literatur zur Verfügung und gibt Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung.

Das Modul Semesterarbeit knüpft an die Kompetenzen an, welche sich die Studierenden im Rahmen der Bachelor's Thesis erworben haben und vertieft diese. Ziel des Moduls ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld ihres Masterstudiengangs mit den im Studium erlernten Methoden weitgehend eigenständig zu bearbeiten und gestützt auf die relevante Fachliteratur zu beurteilen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von den Studierenden auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich interpretiert. Auf dieser Basis sind die Studierenden fähig, neue Beobachtungen und Erkenntnisse zu formulieren. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Am Ende der Lehrveranstaltung sind die Studierenden mit den Richtlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis vertraut. Sie sind sicher im Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit, insbesondere im wissenschaftssprachlichen Ausdruck, in Zitierregeln, in der Strukturierung der Arbeit sowie der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.

### Teamprojekt

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

### Forschungspraktikum

Das Forschungspraktikum wird – wie Semesterarbeit und Teamprojekt – an einer Professur, die an der Fakultät für Maschinenwesen prüfungsberechtigt ist bzw. einer mit der Fakultät kooperierenden wissenschaftlichen Forschungseinrichtung erbracht.

Ziel des Moduls ist es, dass Studierende unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen oder Mitarbeitern eine eigene ingenieurwissenschaftliche Problemstellung herausarbeiten und mögliche Lösungswege identifizieren, 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.

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

Das Modul „Master's Thesis“ knüpft inhaltlich, methodisch und in Bezug auf die Zielsetzung an die Forschungspraxis an und trägt dazu bei, die dort erworbenen Kompetenzen zu erweitern und zu vertiefen. Auch im Rahmen der Master's Thesis arbeiten die Studierenden an einem Ingenieurprojekt, das allerdings deutlich umfangreicher und anspruchsvoller ist als die Bachelor- bzw. Semesterarbeitsprojekte. Zwar steht auch hier eine Prüfende/ein Prüfender als Ansprechpartner/in zur Verfügung, auf eine weitestgehend eigenständige Bearbeitung des Projekts wird jedoch besonderen Wert gelegt. Die zu erbringenden Leistungen sind eine wissenschaftliche Ausarbeitung, die von einem Abschlussvortrag begleitet wird, sowie die Teilnahme am Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis – Vertiefung“.

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus 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 vor diesem rechtfertigen.

Im Seminar „Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis - Vertiefung“ erwerben die Studierenden vertiefende Kenntnisse zur Gestaltung ihrer Master's Thesis. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Erstellung der wissenschaftlichen Abschlussarbeit sollen verinnerlicht werden. Themenfelder sind hierbei schwerpunktmäßig, die Forschergruppen zu kennen, die weltweit an vergleichbaren Themen arbeiten, einen Überblick über die Forschungsdebatten zum Thema zu gewinnen und zielführend in die eigene Argumentation zu integrieren, die methodische Vorgehensweise im kritischen Spannungsfeld der Wissenschaft zu reflektieren, sowie das wissenschaftliche Publizieren innerhalb der eigenen Forschergruppe nach Möglichkeit zu erproben.

## **Mobilitätsfenster**

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

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

Module mit einem Umfang von mindestens 5 Credits, für die im Mastermodulkatalog der Fakultät für Maschinenwesen keine äquivalenten Module ermittelt werden konnten, können – nach Rücksprache mit dem Studiengangverantwortlichen – im Umfang von maximal 15 Credits in der Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ anerkannt werden. Auch für diese Module wird eine Anerkennungsliste geführt und veröffentlicht.

Planen Studierende einen studienbezogenen Auslandsaufenthalt, stehen ihnen an der Fakultät für Maschinenwesen folgende Optionen zur Verfügung:

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

- ein Studienaufenthalt bei einem universitären Kooperationspartner einer Professur im Maschinenwesen, häufig genutzt zur Erstellung einer Semesterarbeit oder einer Master's Thesis,
- ein ein- oder zweisemestriger Studienaufenthalt an einer der zahlreichen außereuropäischen Partneruniversitäten der TUM über das TUMexchange-Programm,
- ein ein- oder zweisemestriger Praktikumsaufenthalt im Ausland.

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

## 7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

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

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

Frau Dr. Anna Reif  
studienberatung@mw.tum.de  
+49 (0)89 / 289 - 15022  
Raum: MW 2012

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

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

Frau Dr. Edda Wenzig  
studyinformation@mw.tum.de  
+49 (0)89 / 289 – 15690  
Raum: MW 0026a

Die Prüfungsorganisation obliegt dem Master-Prüfungsausschuss:

Schriftführerin: Frau Lisa Lauterbach  
[mpa@mw.tum.de](mailto:mpa@mw.tum.de)  
+49 (0)89 / 289 - 15695  
Raum: MW 0012

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

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

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

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

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

als Ansprechpartnerin zur Verfügung. Frau Ammon kümmert sich in erster Linie um Studierende, die einen ERASMUS-Studienaufenthalt oder ein Double Degree-Studium an einer Partneruniversität der TUM planen oder durchführen. Die Zuständigkeit für das ERASMUS-Praktikumsprogramm sowie einen Studienaufenthalt über TUMexchange beim International Center der TUM.

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



## 8. Ressourcen

### 8.1. Personelle Ressourcen

Alle anfallenden dezentralen administrativen Aufgaben werden durch vorhandenes Personal in der Fakultätsverwaltung übernommen. Das Lehr- und Übungsangebot wird – wie bisher – größtenteils über die Professuren der Fakultät für Maschinenwesen abgedeckt, ohne dass dort zusätzlicher Personalbedarf besteht. Die Importmodule aus anderen Fakultäten der TUM sind zugesagt und über Letters of Intent abgestimmt.

Der Personaleinsatz wird insgesamt kapazitätsneutral bleiben. Einen Überblick über die Module gibt die Ressourcentabelle in Anlage 2.

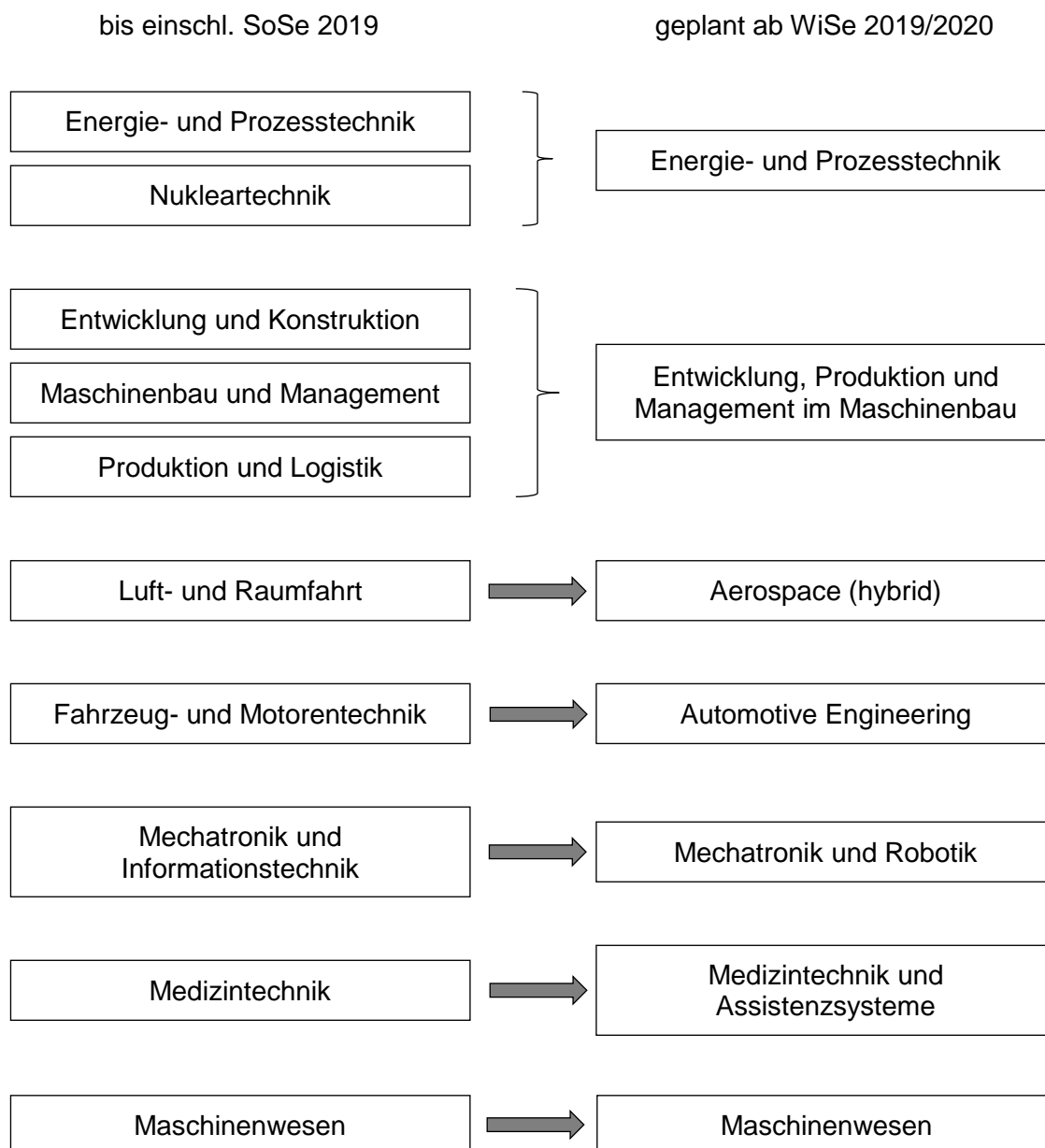
### 8.2. Sachausstattung / Räume

Die Studierenden des Masterstudiengangs EPM können in vollem Umfang auf die bestehende Infrastruktur der Fakultät zugreifen. Aufgrund der aktuell angestrebten Kohortengröße von 40 bis 70 Studienanfänger/innen je Semester stellt die Raumsituation kein Problem dar, zumal Kohorten mit vergleichbaren (und höheren) Zahlen von Studienanfängerinnen und -anfängern bereits in der Vergangenheit ohne weiteren Raumbedarf erfolgreich an der Fakultät studieren konnten. An der Fakultät sind alle Hörsäle und Seminarräume für Studierende mit Behinderung erreichbar.

## 9. Entwicklung im Studiengang

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

### 9.1. Übersicht über die Neuerungen



**Abbildung 5:** Darstellung der geplanten Neuerungen

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

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

## 9.2. Entwicklung im Studiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“

Der Masterstudiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ nimmt die Traditionslinie der nunmehr auslaufenden Masterstudiengänge „Entwicklung und Konstruktion“, „Maschinenbau und Management“ und „Produktion und Logistik“ auf. Wesentliche Unterschiede zu seinen Vorgängern bestehen in der ganzheitlichen Betrachtung des gesamten Produktentstehungsprozesses sowie in dem hohen Maß an Interdisziplinarität.

Eingedenk der Tatsache, dass das vielfältige und schillernde Zukunftsthema „Digitalisierung der Produktion / Industrie 4.0“ nicht im Alleingang auf der Grundlage des Wissensstandes einer Disziplin sinnvoll bearbeitet werden kann, hat die Fakultät für Maschinenwesen den neuen Studiengang interdisziplinär angelegt. Die Studierenden haben die Möglichkeit, im Rahmen ihrer Mastermodul-Säulen neben geeigneten Modulen aus dem Maschinenwesen auch aus einem vorgegebenen

Katalog an Modulen insbesondere aus den Wirtschaftswissenschaften zu wählen. Zusätzlich steht es ihnen frei, im Rahmen der Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ weitere Module aus der genannten oder anderen Fakultäten zu wählen. Auch Hochschulpraktika, Ergänzungsmodule und Studienarbeiten können in einem bestimmten Umfang an anderen Fakultäten der TUM erbracht werden.

Die Prinzipien Interdisziplinarität und Flexibilisierung machen aber nicht an den Grenzen der TUM-Fakultäten Halt: Die Anerkennung von ingenieurwissenschaftlichen Modulen, die an anderen in- und ausländischen Hochschulen erbracht wurden, wird ebenfalls erleichtert, was zusätzlich zu einer Steigerung der Internationalität des Studiengangs beiträgt.

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. Wenn neu berufene Professoren wie der Industrie 4.0-Spezialist Marco Caccamo (<https://www.humboldt-professur.de/de/preistraeger/preistraeger-2018/caccamo-marco>, Zugriff am 06.08.2018) seine Lehrtätigkeit aufnehmen und ein neues interdisziplinäres Institut für Cyber-Physical Systems aufbauen wird, wird die Fakultät für Maschinenwesen zum Beispiel auch Module von dort in ihren Studiengang „Entwicklung, Produktion und Management im Maschinenbau“ integrieren und dadurch ihren Beitrag zur erfolgreichen Verankerung des Themas Cyber-Physical Systems im interdisziplinären Forschungs- und Lehrportfolio der TUM leisten.

Für die Studierenden wird der Studiengang nicht nur interdisziplinärer, flexibler, internationaler und aktueller. Er eröffnet über die Säule „Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung“ auch gewisse Spielräume zur Individualisierung des Studienprogramms. Die Zuordnung der Mastermodule zu fünf thematischen Säulen – Entwicklung und Konstruktion, Produktion und Logistik, Management im Maschinenbau, Branchenspezifische Kompetenzen, Ergänzende Kompetenzen – erleichtert darüber hinaus die Orientierung und steigert die Transparenz des Studienangebots.

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