

# Modulhandbuch

für den Masterstudiengang

## Mechatronische Systementwicklung

**SPO 2024**  
(gültig ab WS 2024/25)

Version 1.0 vom 23.10.2023,  
Peter Heidrich

## INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS .....	2
ABBKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	3
LISTE DER MODULE UND MODULVERANTWORTLICHEN .....	4
IDEALTYPISCHER STUDIENVERLAUF .....	5
Variante 1a: Studienbeginn im Wintersemester, zwei Wahlfachmodule, ein Forschungs-Projekt.....	5
Variante 1b: Studienbeginn im Wintersemester ein Wahlfachmodul, zwei Forschungs-Projekte.....	5
Variante 2a: Studienbeginn im Sommersemester, zwei Wahlfachmodule, ein Forschungs-Projekt ....	6
Variante 2b: Studienbeginn im Sommersemester, ein Wahlfachmodul, zwei Forschungs-Projekte ....	6
Variante 2c: Studienbeginn im Sommersemester, zwei Wahlfachmodule, ein Forschungs-Projekt ....	7
Wintersemester.....	8
Feldprobleme: Analyse und Numerik .....	8
Regelungs- und Antriebssysteme .....	11
Systems Engineering .....	15
Modellierung und Optimierung .....	18
Wahlpflichtmodul I .....	20
Sommersemester .....	22
Sicherheit und Verantwortung .....	22
Höhere Mechanik.....	25
Robotik und Künstliche Intelligenz .....	27
Wahlpflichtmodul II .....	29
Forschungsprojekt.....	30
Wahlfächer .....	33
Elektrochemische Sensoren .....	33
Seminar Angewandte Optimierung.....	35
Physikalische Optik und Photonik.....	37
Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET .....	39
Laserbearbeitungsmaschinen.....	41
Qualitätsmethoden .....	43
Datenmodellierung mit Meta-Formaten.....	45
Interdisziplinäre und virtuelle Zusammenarbeit bei der Entwicklung technischer Systeme .....	47
Konfliktmanagement .....	49
Intelligente Sensorsysteme .....	52
Perzeption für mobile Robotersysteme .....	53
Elektrische Energietechnik.....	56
Laser- und Beugungsoptik .....	58
Letztes Semester.....	60
Master-Thesis .....	60

**ABBKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

CR	Credit gemäß ECTS – System
PLH	Prüfungsleistung Hausarbeit
PLK	Prüfungsleistung Klausur
PLM	Prüfungsleistung mündliche Prüfung
PLP	Prüfungsleistung Projektarbeit
PLR	Prüfungsleistung Referat
PLS	Prüfungsleistung Studienarbeit
PLT	Prüfungsleistung Thesis
PVL	Prüfungsvorleistung
SWS	Semesterwochenstunde(n)
UPL	Unbenotete Prüfungsleistung

## LISTE DER MODULE UND MODULVERANTWORTLICHEN

	Modul	Modulverantwortliche/r
Wintersemester	Feldprobleme: Analyse und Numerik	Professor Müller
	Regelungs- und Antriebssysteme	Professor Hillenbrand
	Systems Engineering	Professor Drath
	Modellierung und Optimierung	Professor Sand
	Wahlpflichtmodul I	Studiengangleitung
Sommersemester	Sicherheit mechatronischer Systeme	Professor Drath
	Höhere Mechanik	Professor Simon
	Robotik und Künstliche Intelligenz	Professor Schmitz
	Forschungsprojekt	Studiengangleitung
	Wahlpflichtmodul II	Studiengangleitung
Letztes Semester	Master Thesis	Studiengangleitung

## IDEALTYPISCHER STUDIENVERLAUF

Variante 1a: Studienbeginn im Wintersemester, zwei Wahlfachmodule, ein Forschungs-Projekt

3. Fachsemester	<p><i>Master-Thesis</i></p> <p>30 CP</p>				
2. Fachsemester	Sicherheit und Verantwortung Drath, Mahadevan 5 SWS, 6 CP	Robotik und Künstliche Intelligenz Schmitz 4 SWS, 6 CP	Höhere Mechanik Simon 4 SWS, 6 CP	Forschungsprojekt  1 SWS, 6 CP	Wahlfachmodul 2  2×(2 SWS, 3 CP)
1. Fachsemester	Systems Engineering Drath 4 SWS, 6 CP	Feldprobleme: Analyse und Numerik Müller 4 SWS, 6 CP	Regelungs- und Antriebssysteme Hillenbrand, Heidrich 4 SWS, 6 CP	Modellierung und Optimierung Sand 4 SWS, 6 CP	Wahlfachmodul 1  2×(2 SWS, 3 CP)

Variante 1b: Studienbeginn im Wintersemester ein Wahlfachmodul, zwei Forschungs-Projekte

3. Fachsemester	<p><i>Master-Thesis</i></p> <p>30 CP</p>				
2. Fachsemester	Sicherheit und Verantwortung Drath, Mahadevan 5 SWS, 6 CP	Robotik und Künstliche Intelligenz Schmitz 4 SWS, 6 CP	Höhere Mechanik Simon 4 SWS, 6 CP	Forschungsprojekt  4 SWS, 6 CP	Wahlfachmodul 2  2×(2 SWS, 3 CP)
1. Fachsemester	Systems Engineering Drath 4 SWS, 6 CP	Feldprobleme: Analyse und Numerik Müller 4 SWS, 6 CP	Regelungs- und Antriebssysteme Hillenbrand, Heidrich 4 SWS, 6 CP	Modellierung und Optimierung Sand 4 SWS, 6 CP	anstelle des Wahlfachmoduls 1: Forschungsprojekt 4 SWS, 6 CP

**Variante 2a: Studienbeginn im Sommersemester, zwei Wahlfachmodule, ein Forschungs-Projekt**

Da Studentinnen und Studenten in ihrem ersten Fachsemester die Dozentinnen und Dozenten eventuell noch nicht kennen und auch noch nicht wissen, welche Themen in einem Forschungsprojekt bearbeitet werden können, kann es sinnvoll sein, beide Wahlfachmodule im ersten Fachsemester zu belegen. (Diese Möglichkeit ist beim Master Mechatronische Systementwicklung gegeben, da Studentinnen und Studenten sowohl im Wintersemester als auch im Sommersemester aufgenommen werden.) Wenn die Studentinnen und Studenten im ersten Fachsemester, dem Sommersemester, das Wahlpflichtmodul I und II belegen, lernen diese Studentinnen und Studenten viele Dozentinnen und Dozenten sowie die Themen kennen, die in einem Forschungsprojekt im Folgesemester bearbeitet werden können.

3. Fachsemester	<p><i>Master-Thesis</i> 30 CP</p>				
2. Fachsemester	<p>Systems Engineering Drath 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Feldprobleme: Analyse und Numerik Müller 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Regelungs- und Antriebssysteme Hillenbrand, Heidrich 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Modellierung und Optimierung Sand 4 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Forschungsprojekt</i> 1 SWS, 6 CP</p>
1. Fachsemester	<p>Sicherheit und Verantwortung Drath, Mahadevan 5 SWS, 6 CP</p>	<p>Robotik und Künstliche Intelligenz Schmitz 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Höhere Mechanik Simon 4 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Wahlfachmodul 2</i> 2×(2 SWS, 3 CP)</p>	<p><i>Wahlfachmodul 1</i> 2×(2 SWS, 3 CP)</p>

**Variante 2b: Studienbeginn im Sommersemester, ein Wahlfachmodul, zwei Forschungs-Projekte**

3. Fachsemester	<p><i>Master-Thesis</i> 30 CP</p>				
2. Fachsemester	<p>Systems Engineering Drath 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Feldprobleme: Analyse und Numerik Müller 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Regelungs- und Antriebssysteme Hillenbrand, Heidrich 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Modellierung und Optimierung Sand 4 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Forschungsprojekt</i> 4 SWS, 6 CP</p>
1. Fachsemester	<p>Sicherheit und Verantwortung Drath, Mahadevan 5 SWS, 6 CP</p>	<p>Robotik und Künstliche Intelligenz Schmitz 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Höhere Mechanik Simon 4 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Wahlfachmodul 2</i> 2×(2 SWS, 3 CP)</p>	<p><i>anstelle des Wahlfachmoduls 1: Forschungsprojekt</i> 4 SWS, 6 CP</p>

Variante 2c: Studienbeginn im Sommersemester, zwei Wahlfachmodule, ein Forschungs-Projekt

3. Fachsemester	<p><i>Master-Thesis</i></p> <p>30 CP</p>				
2. Fachsemester	<p>Systems Engineering Drath 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Feldprobleme: Analyse und Numerik Müller 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Regelungs- und Antriebssysteme Hillenbrand, Heidrich 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Modellierung und Optimierung Sand 4 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Wahlfachmodul 2</i></p> <p>2×(2 SWS, 3 CP)</p>
1. Fachsemester	<p>Sicherheit und Verantwortung Drath, Mahadevan 5 SWS, 6 CP</p>	<p>Höhere Mechanik Simon 4 SWS, 6 CP</p>	<p>Robotik und Künstliche Intelligenz Schmitz 4 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Forschungsprojekt 1</i></p> <p>1 SWS, 6 CP</p>	<p><i>Wahlfachmodul 1</i></p> <p>2×(2 SWS, 3 CP)</p>

## Wintersemester

Feldprobleme: Analyse und Numerik	
Kennziffer	MIG10056
Modulverantwortlicher	Professor Müller
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK (60 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Matrizenrechnung, Differentialgleichungen, Grundlagen der Mechanik und Festigkeitslehre
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10057: Feldprobleme: Analyse und Numerik
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Ingolf Müller
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung und Labor
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Vorlesung gibt einen Einblick über die analytische und numerische Behandlung verschiedener Feldprobleme, die in mechatronischen Systemen auftreten. Beispielhaft wird insbesondere die Behandlung der mechanische Felder vertieft, wie sie bei der kontinuumsmechanischen Beschreibung von 3-dimensionalen Elastizitätsproblemen auftreten,</p> <p>Aufbauend auf den Grundbegriffen Gleichgewicht, Spannungen, Stoffgesetz, Verzerrungen und Verschiebungen im R3 wird die eingeschränkte Lösungsfähigkeit dieser Grundgleichungen unter Einhaltung der Randbedingungen besprochen. Nach einer Einführung in die Variationsrechnung werden anschließend Methoden zur näherungsweise Lösung dieser Feldgleichungen behandelt.</p> <p>Gleichzeitig sollen die Studierenden die Grenzen der jeweils gewählten Modellierung und ihrer Näherungslösung kennenlernen. Hierzu gibt die Vorlesung und das Labor einen Einblick in Vorgehensweise, Annahmen, Modellgrenzen und praktische Umsetzung der Modellierung von Feldproblemen aus Strukturmechanik, Wärmelehre, Elektrotechnik und Magnetismus. Die Grenzen der üblichen Modelle und Diskretisierungen werden aufgedeckt und Übergänge zwischen Modellvorstellungen werden diskutiert.</p>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erwerb von Sprachkompetenz: Im Rahmen des Moduls werden spezifische Fachtermini zur Behandlung von Feldproblemen, zur Systemmodellierung und zu Näherungsmethoden erlernt und können überfachlich im Sprachgebrauch der Studierenden Anwendung finden.</li> </ul>

<b>Feldprobleme: Analyse und Numerik</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken: Als wesentliches Näherungsverfahren wird die Finite Elemente Methode in mehreren Domänen angewendet und hilft so die zunächst unterschiedlich anmutenden Bereiche: Elektrotechnik, Strukturmechanik, Magnetismus, Akustik und Thermodynamik miteinander in Beziehung zu setzen. Die Optimierung eines Sachverhalts, z.B. der Struktur kann Auswirkungen auf die elektromagnetischen Eigenschaften haben und umgekehrt. Hierbei erlernen die Studierenden ein vernetztes Denken. Kritische Aspekte werden erlernt, indem ein lokales Optimum gegenüber einem globalen Optimum diskutiert wird.</li> <li>• Soziale und didaktische Kompetenz: Durch den gruppenarbeitsbasierten Charakter im Labor werden die Studierenden zum Austausch und zur Vermittlung ihrer Kenntnisse untereinander angeleitet. Dabei entwickeln sie ihre allgemeinen didaktischen und sozialen Kompetenzen.</li> <li>• Sicherheitsdenken: Die im Masterstudium verankerte Spezialisierung auf die Entwicklung <u>sicherer</u> mechatronischer Systeme wird in der Modellierung durch die gegenseitige Wechselwirkung der Systeme hervorgehoben.</li> </ul>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung und Verständnis der Feldgleichungen für strukturmechanische Probleme anhand der Elastizitätstheorie für statische Probleme</li> <li>• Spannungen, Verzerrungen, Materialgesetze</li> <li>• Analytische Lösungen für Randwertprobleme</li> <li>• Räumliche und ebene Probleme; Spannungskonzentrationen</li> <li>• Arbeitsprinzipien und Variationsrechnung in der Elastizitätstheorie; Ritz'sches Verfahren</li> <li>• Grundlagen der Finite Elemente Methode; Lösungsverfahren; Stab-, Balken- und Scheiben-Elemente; Randbedingungen; Konvergenz; Approximationsverhalten</li> <li>• Wahl geeigneter FE Netze bei der numerischen Berechnung</li> <li>• Anwendungsgebiete: Strukturmechanik, Elektromagnetismus, Thermodynamik</li> <li>• Rechenübungen für ausgewählte Probleme der Strukturmechanik</li> <li>• Einführung in FE-Werkzeuge (z.B. Ansys)</li> <li>• Rechnerübungen für Probleme der Strukturmechanik, Elektromagnetismus, Thermodynamik mit gängigen Tools</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium</u>: 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)  <u>Eigenstudium</u>: 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<p><b>Analyse:</b>                  [A.1] D. Gross, W. Hauger, P. Wriggers: Technische Mechanik 4. 10. Auflage, Springer Vieweg Verlag, (2018).</p>

Feldprobleme: Analyse und Numerik	
	<p>[A.2] H. Leipholz: Einführung in die Elastizitätstheorie. G. Braun Verlag, (1968).</p> <p>[A.3] H. Reisman, P.S. Pawlik.: Elasticity: Theorie and Applications. John Wiley &amp; Sons, (1980).</p> <p>[A.4] W.D. Pilkey, W. Wunderlich: Mechanics of Structures: Variational and Computational Methods. CRC Press, (1994).</p> <p>[A.5] J. Betten: Elementare Tensorrechnung für Ingenieure. Vieweg Verlag, (1977).</p> <p><b>Numerik:</b></p> <p>[N.1] M. Link: Finite Elemente in der Statik und Dynamik. 5. Auflage. Springer Verlag, (2014).</p> <p>[N.2] K. Knothe, H. Wessels: Finite Elemente – Eine Einführung für Ingenieure. 5. Auflage. Springer Verlag (2017).</p> <p>[N.3] P. Wriggers: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, (2001).</p> <p>[N.4] K. J. Bathe, P. Zimmermann: Finite Elemente Methoden. 2. Auflage. Springer Verlag (2002).</p> <p>[N.5] F. U. Mathiak: Die Methode der Finiten Elemente (FEM) - Einführung und Grundlagen. (2010).</p>
Letzte Änderung	07.11.2023

Regelungs- und Antriebssysteme	
Kennziffer	MIG10001
Modulverantwortlicher	Professor Hillenbrand
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	<b>PLK</b> (90 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Fortgeschrittene Regelungstechnik: Grundlagen der Regelungstechnik (Modellbildung, Stabilität, einschleifige Regelkreise, PI/PID-Regler), Grundlagen der Systemsimulation mit MATLAB/Simulink</li> <li>• Vorlesungen Antriebssysteme: Grundlagen der Gleichstrommaschine</li> </ul>
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10002: Fortgeschrittene Regelungstechnik (2 SWS / 3 ECTS) MIG10003: Antriebssysteme (2 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Stefan Hillenbrand (Fortgeschrittene Regelungstechnik) Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich (Antriebssysteme)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht. Zudem ist es möglich, die „Fortgeschrittene Regelungstechnik“ oder die „Antriebssysteme“ als einzelne Wahlfächer in anderen Master-Studiengängen zu wählen.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden lernen, aufbauend auf den im Bachelor-Studium vermittelten Grundkenntnissen der Regelungstechnik, die Analyse und Synthese von Regelungen im Zustandsraum. Von der Zustandstheorie ausgehend, lernen die Studierenden darüber hinaus die Grundlagen von Beobachtern, die auch außerhalb der Regelungstechnik in den letzten Jahren eine breite Anwendung gefunden haben. Die Realisierung dieser modernen Regelungsverfahren erfolgt praktisch immer auf dem Digitalrechner. Daher ist ein weiteres Ziel des Moduls, die Grundlagen der zeitdiskreten Regelung zu vermitteln. Die Studierenden lernen moderne Reglerentwurfswerkzeuge kennen. In den Veranstaltungen zu den „Antriebssystemen“ wird detailliert auf Antriebssysteme mit Synchronmaschinen eingegangen. Diese Antriebe sind nicht nur in industriellen Anwendungen wichtig, sondern sie halten auch immer mehr Einzug in PKW und Nutzfahr-

Regelungs- und Antriebssysteme	
	<p>zeuge, sei es im Antriebsstrang oder als Antrieb für Nebenaggregate. Es wird vermittelt, wie eine 3-phasige Synchronmaschine in Feldkoordinaten und mit Raumzeigern beschrieben und geregelt werden kann. In vereinfachter Form wird erläutert, wie das notwendige Drehspannungssystem mit einem Umrichter erzeugt werden kann, der aus drei leistungselektronischen Halbbrücken gebildet wird.</p> <p><u>Lernziele:</u>                  Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Beschreibung dynamischer Systeme im Zustandsraum</li> <li>• können bekannte Systemmodelle (Übertragungsfunktionen) in den Zustandsraum übertragen</li> <li>• können dynamische Systeme im Zustandsraum analysieren, insbesondere auf Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• können Zustandsregler mit Hilfe der Eigenwertvorgabe oder durch Optimierung (Riccati-Regler) entwerfen</li> <li>• können einen Zustandsbeobachter entwerfen</li> <li>• können kontinuierliche Zustandsraummodelle in zeitdiskrete Modelle überführen und diese analysieren</li> <li>• können zeitdiskrete Zustandsregelungen und -beobachter entwerfen</li> <li>• wissen, was alles mit dem Begriff „feldorientierte Regelung von Synchronmaschinen“ verbunden ist</li> <li>• wissen, was die Feldschwächung ist und wie die Feldschwächung genutzt werden kann, um Antriebssysteme für verschiedene Anwendungen vorteilhaft anwenden zu können</li> </ul>
Überfachliche Qualifikationsziele:	Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken, vor allem in Systemen. Denn sowohl in der Regelungstechnik als auch in Antriebssystemen haben einzelne Teilkomponenten einen erheblichen Einfluss auf das Gesamtsystem.
Inhalte	<p><b>Vorlesung Fortgeschrittene Regelungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung dynamischer Systeme im Zustandsraum</li> <li>• Aufstellen der Zustandsgleichungen</li> <li>• Linearisierung</li> <li>• Lösung der Zustandsgleichungen</li> <li>• Analyse: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit</li> <li>• Zustandsregler mit Polvorgabe</li> <li>• Riccati-Regler (Optimierung eines Gütemaßes)</li> <li>• Zustandsbeobachter</li> <li>• zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung</li> <li>• zeitdiskreter Zustandsregler</li> <li>• zeitdiskreter Beobachter</li> </ul> <p><b>Vorlesung Antriebssysteme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht zu Antriebssystemen. Typische Drehmoment-über-Drehzahl-Kennlinien geregelter Antriebssysteme.</li> <li>• Gleichstrommaschinen mit Feldwicklungen: Allgemeine Spannungsgleichung elektrischer Maschinen, Feldschwächung.</li> <li>• Einführung von Synchronmaschinen</li> </ul>

Regelungs- und Antriebssysteme	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umrichter-gespeiste Drehstrom-Synchronmaschinen mit Regelung in Feldkoordinaten:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stränge und Verschaltung der Stränge in Stern oder in Dreieck.</li> <li>- Transformationen: Spannungen und Ströme des 3-phasiges Drehstromsystems in (u-v-w) Koordinaten → 2-phasiges Drehstromsystem ohne Nullstrom in den statorfesten (a-b) Koordinaten → Transformation in die flussfesten (d-q) Koordinaten. Spannungs- und Stromraumzeiger.</li> <li>- Dynamisches Modell in (u-v-w) und in (d-q) Koordinaten</li> <li>- Grundprinzip der feldorientierten Regelung: Drehmomenterzeugung vor allem über den q-Strom, Feldschwächung über den d-Strom</li> <li>- Raumzeiger für Umrichter, die aus drei leistungselektronischen Halbbrücken gebildet werden.</li> <li>- Grundlagen der Raumzeigermodulation (RZM), engl. Space Vector Modulation (SVM)</li> </ul> </li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium</u>: 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium</u>: 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen und der Versuche, Vorbereitung auf die Prüfungen)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<p><u>Fortgeschrittene Regelungstechnik</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Föllinger, Otto: Regelungstechnik, VDE Verlag, 13. Auflage 2022</li> <li>• Lunze, Jan: Regelungstechnik 2. Springer Verlag, 10. Auflage 2020</li> <li>• Marchthaler, Reiner; Dingler, Sebastian: Kalman-Filter. Springer Vieweg 2017</li> </ul> <p><u>Antriebssysteme:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molina Llorente, Ruben. <i>Practical Control of Electric Machines: Model-Based Design and Simulation</i>. Springer Nature Switzerland. ISBN 978-3-030-34757-4.</li> <li>• Probst, Uwe. <i>Servoantriebe in der Automatisierungstechnik: Komponenten, Aufbau und Regelverfahren</i>. 3., erw. u. aktual. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2022. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-37423-5">https://doi.org/10.1007/978-3-658-37423-5</a></li> <li>• Schröder, Dierk und Ralph Kennel. <i>Elektrische Antriebe: Grundlagen. Mit durchgerechneten Übungs- und Prüfungsaufgaben</i>. 7. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, 2021. ISBN 978-3-662-63101-0 (eBook)</li> <li>• Schröder, Dierk und Joachim Böcker. <i>Elektrische Antriebe: Regelung von Antriebssystemen</i>. 5. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, 2020. ISBN 978-3-662-62700-6 (eBook)</li> </ul>

<b>Regelungs- und Antriebssysteme</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Binder, Andreas. <i>Elektrische Maschinen und Antriebe: Grundlagen, Betriebsverhalten</i>. 2., aktual. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, 2017. e-ISBN 978-3-662-53241-6</li> <li>• DIN EN IEC 60034 Drehende elektrische Maschinen. Jeweils in der aktuell gültigen Fassung.</li> <li>• DIN EN IEC 61800 Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe. Jeweils in der aktuell gültigen Fassung.</li> </ul>
Letzte Änderung	25.10.2023

Systems Engineering	
Kennziffer	MIG10004
Modulverantwortlicher	Professor Drath
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	<b>PLK</b> (60 Minuten), PLM, PLP, PLR, (ggf. PLH)
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10005: Systems Engineering (Systemtechnik)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung und Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflichtmodul im MMS</li> <li>• Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht.</li> </ul>
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen moderne Methoden des Systems-Engineering technischer Systeme kennen und praktisch anzuwenden.</li> </ul> <p><u>Lernziele:</u></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen der Systemtheorie und erlernen das Denken in Systemen,</li> <li>• können komplexe Systeme durch Dekomposition zerlegen, ingenieurtechnisch erschließen und die Komplexität der Systeme beherrschen,</li> <li>• kennen die Trends im Engineering der Zukunft und können modernes Engineering 3.0 sowie künftiges Engineering 4.0 unterscheiden und einordnen,</li> <li>• kennen Vorgehensmodelle für das Systems-Engineering, insbesondere das verbreitete V-Modell.</li> <li>• können Methoden der Objektorientierung im Systems-Engineering anwenden,</li> <li>• können einfache technische Systeme mit adäquaten Mitteln (z.B. UML, AutomationML) menschenlesbar und/oder maschinenlesbar entwerfen und beschreiben,</li> <li>• kennen moderne Technologien des Systems-Engineering, z. B.: Module Type Package (MTP), UML, AutomationML (AML), OPC UA und Verwaltungsschale,</li> <li>• kennen die Methoden „virtuelle Inbetriebnahme“ und „virtuelles Engineering“,</li> </ul>

Systems Engineering	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen moderne Methoden der Modellbildung, Simulation, Konstruktion und Augmented Reality/Virtual Reality für das Systems-Engineering und können sie und auf konkrete Problemstellungen anwenden,</li> <li>• kennen die Methoden der modellbasierten Entwicklung (Model-, Software-, Processor-, Hardware-in-the-Loop, Rapid Control Prototyping), deren Einsatzgebiete und die entsprechenden Werkzeuge und können diese auf gegebene Aufgabenstellungen anwenden,</li> <li>• können eine technische Aufgabenstellung mit Methoden des Systems-Engineering praktisch umsetzen,</li> <li>• kennen die Grundlagen der Industrie 4.0,</li> <li>• kennen das Konzept des Digitalen Zwillings und dessen unterschiedlichen Auffassungen sowie weitere digitale Interoperabilitätsstechnologien, können sie differenzieren und praktisch anwenden.</li> </ul>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken: die Studierenden erlernen das Denken in Systemen und üben eine kritische Auseinandersetzung mit komplexen technischen Systemen.</li> <li>• Verständnis komplexer Systeme: die Studierenden lernen komplexe Systeme als Zusammenspiel mehrerer Komponenten zu sehen und sind in der Lage, Abhängigkeiten zu erkennen und Auswirkungen bei Systemmodifikationen abzuschätzen.</li> <li>• Beherrschung von Vorgehensmodellen zur Entwicklung komplexer Systeme: die Studierenden lernen Anforderungen kritisch zu hinterfragen und projektspezifisch zu adaptieren. Die selbstständige Weiterentwicklung und Adaption der Vorgehensweisen werden gefördert.</li> <li>• Kommunikationsfähigkeit und (überfachliche) Dialogkompetenz: die Studierenden erlernen in Seminarform die Darlegung von komplexen Sachverhalten in einer Gruppe. So müssen Planungsszenarien mit anderen Teammitgliedern diskutiert und zusammengeführt werden.</li> <li>• Technische Methodenkompetenz: die Studierenden erhalten durch die Einführung und praktische Auseinandersetzung mit den Grundlagen mehrerer moderner Engineering-Technologien einen umfassenden Überblick über die Möglichkeiten und notwendigen Schnittstellen im Engineering der Zukunft.</li> <li>• Soziale und didaktische Kompetenz: die Studierenden werden durch den gruppenarbeits-basierten Charakter zum Austausch und zur Vermittlung ihrer Kenntnisse untereinander angeleitet. Weiterhin werden die Studierenden in die Lage versetzt, komplexe Sachverhalte einfach und verständlich zu vermitteln.</li> <li>• Kreativität und Eigenständigkeit: die Studierenden erlernen eigenständig neue und kreative Lösungsansätze zu entwerfen und diese an einem praktischen Beispiel anzuwenden. Durch ein iteratives Konzept aus Entwurf, Test und Verbesserung werden kreative Lösungen entworfen.</li> </ul>
Inhalte	<p>Grundlagen System-Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systembegriff, Denkweise, Dekomposition</li> <li>• Systemarten, Modelle, Modellarten</li> <li>• Engineering der Zukunft im Lebenszyklus</li> </ul>

Systems Engineering	
	<p>Methoden des Systems-Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungsanalyse</li> <li>• Modellbildung</li> <li>• Entwicklungsmodelle (z.B. V-Modell), Verifikation und Validierung</li> <li>• Modulares Engineering, Modulare Automation</li> <li>• Interoperabilität und zugehörige Technologien: OPC UA, AutomationML, Verwaltungsschale</li> </ul> <p>Engineering der Zukunft, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• virtuelle Inbetriebnahme, virtuelles Engineering,</li> <li>• Hardware- and Software in the Loop Architekturmuster,</li> <li>• Funktionales Engineering versus signalorientiertes Engineering,</li> <li>• VR/AR Technologien und ihre praktische Anwendung,</li> <li>• Quick Prototyping mit Additiver Fertigung in der praktischen Anwendung</li> </ul> <p>Projektarbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen von Gruppenarbeiten wird über das Semester die Erstellung eines technischen Systems anhand der vermittelten theoretischen Grundlagen eigenständig vertieft und geübt. Das System muss dabei in eine bestehende Infrastruktur integrierbar sein, wodurch realitätsnahe Randbedingungen eingeführt werden.</li> </ul> <p>Einführung in Engineering-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Hilfe ausgewählter Softwarewerkzeuge (z.B. für Robotersimulation, 3D Simulation, Steuerungsprogrammierung, Daten- / Informationsmodellierung, Konstruktion, Verhaltenssimulation und 3D Druck) wird die praktische Auseinandersetzung mit dem Systems-Engineering gefördert und Fertigkeiten zur praktischen Anwendung des erworbenen Wissens entwickelt.</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium</u>: 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)  <u>Eigenstudium</u>: 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Vorbereitung von Referaten, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung, sowie eine Demonstration des eigenen entwickelten Systems.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 (max. 34 Studentinnen und Studenten)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt)</li> <li>• R. Kaffenberger, S. Schulze, H. Weber: INCOSE Systems Engineering Handbuch, GfSE Verlag, 2012.</li> <li>• P. Winzer: Generic Systems Engineering, Springer Vieweg, 2013</li> </ul>
Letzte Änderung	25.10.2023

<b>Modellierung und Optimierung</b>	
Kennziffer	MIG10006
Modulverantwortlicher	Professor Sand
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK (60 Minuten) oder PLM oder <b>PLH</b>
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10007: Modellierung und Optimierung (4 SWS, 6 Credits)
Dozenten/Dozentinnen	Professor Dr.-Ing. Guido Sand
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	seminaristische Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Aufbauend auf den im Bachelor-Studium vermittelten Kenntnissen von Simulationsmodellen erlernen die Studierenden die Grundlagen zur Formulierung, Lösung und Interpretation von gemischt-ganzzahligen algebraischen Optimierungsmodellen (engl.: mixed-integer programs – MIP). Sie verstehen die grundlegenden theoretischen Eigenschaften von Modellen mit Freiheitsgraden und können Optimierungsaufgaben einfacher bis mittlerer Komplexität abstrahieren, formulieren und in einer gängigen Modellierungssprache (GAMS) implementieren sowie die optimalen Lösungen interpretieren. Das grundlegende Verständnis für das Zusammenspiel von Freiheitsgraden, Randbedingungen und Zielfunktion ermöglicht ihnen, Optimierungsaufgaben in ihrem beruflichen Alltag zu identifizieren und zu analysieren. In der Praxis treten Optimierungsaufgaben u.a. im Design mechatronischer Systeme sowie auf allen Ebenen der Automatisierung von der Basisregelung über die Produktionsplanung bis hin zur Steuerung von Versorgungsketten auf. Im Rahmen der Bearbeitung von Fallbeispielen in Kleingruppen üben die Studierenden den Bezug zwischen der Realität und dem Modell herzustellen und die Abbildungsungenauigkeiten systematisch zu quantifizieren. Besonderer Wert wird dabei auf die stringente Argumentation die formal korrekte Darstellung der gewonnenen Erkenntnisse gelegt.</p>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken: durch die Arbeit mit den komplex zu modellierenden Systemen erlernen die Studierenden das Aufbrechen der Domän-spezifischen Grenzen, in dem Bereiche miteinander verknüpft &amp; vernetzt werden müssen. Durch den seminaristischen Charakter der Veranstaltung wird insbesondere das selbstständige Arbeiten gefördert.</li> </ul>

Modellierung und Optimierung	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit und (überfachliche) Dialogkompetenz: durch die Vorstellung der modellierten Systeme vor dem gesamten Studiengang erlernen die Studierenden die Kommunikation komplexer Sachverhalte sowie die dialogbasierte Verteidigung erarbeiteter Ergebnisse.</li> <li>• Soziale und didaktische Kompetenz: durch den gruppenarbeitsbasierten Charakter werden die Studierenden zum Austausch und zur Vermittlung ihrer Kenntnisse untereinander angeleitet. Dabei entwickeln sie ihre allgemeinen didaktischen und sozialen Kompetenzen.</li> </ul>
Inhalte	<p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung Mathematischer Programme</li> <li>• Klassifikation &amp; verbreitete Lösungsalgorithmen</li> <li>• Konvexitäts- und Konvergenzeigenschaften</li> <li>• Einführung in GAMS (General Algebraic Modelling System)</li> </ul> <p>Anwendungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschnittprobleme</li> <li>• Kurvenanpassung</li> <li>• Mischungsprobleme</li> <li>• Schaltungsdesign</li> <li>• Anlagenoptimierung</li> <li>• Produktionsfeinplanung in der Fließ- und Werkstattfertigung</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium</u>: 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)  <u>Eigenstudium</u>: 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Hausaufgaben)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	20 bis 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• García Sánchez, José Manuel (2021): <b>Modelling in Mathematical Programming</b>. Cham: Springer International Publishing (298).</li> <li>• MirHassani, S. A.; Hooshmand, F. (2019): <b>Methods and Models in Mathematical Programming</b>. 1st ed. 2019. Cham: Springer International Publishing; Imprint Springer (Springer eBook Collection).</li> <li>• SpringerLink (2022): <b>Encyclopedia of Operations Research and Management Science</b>. Online verfügbar unter <a href="https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-1-4419-1153-7">https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-1-4419-1153-7</a>, zuletzt aktualisiert am 29.12.2022, zuletzt geprüft am 29.12.2022</li> <li>• Kallrath, Josef (2013): <b>Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis</b>. Mit Fallstudien aus Chemie, Energiewirtschaft, Metallgewerbe, Produktion und Logistik. 2., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Spektrum (Lehrbuch).</li> <li>• Williams, H. P. (1993): <b>Model building in mathematical programming</b>. In: Applied Mathematical Modelling 17 (1), S. 52. DOI: 10.1016/0307-904X(93)90128-4</li> </ul>
Letzte Änderung	09.11.2023

Wahlpflichtmodul I	
Kennziffer	MIG10008
Modulverantwortlicher	Studiengangleitung
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Es sind die Prüfungsleistungen zu erbringen, die in den ausgewählten Wahlfächern zu Beginn der Vorlesungszeit festgelegt werden.
Lehrsprache	deutsch oder englisch
zugehörige Lehrveranstaltungen	Lehrveranstaltungen der ausgewählten Wahlfächer
Besonderheiten	<p>Anstelle von zwei Wahlfächern können auch ein genehmigungsfreies Forschungsprojekt oder eine von der Studiengangleitung zu genehmigende alternative Projektarbeit im Umfang von 6 Credits angerechnet werden.</p> <p>Insbesondere ist es möglich und zulässig, anstelle von zwei Wahlfächern:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein erstes Forschungsprojekt durchzuführen oder</li> <li>• die ersten 6 Credits eines großen, sich über zwei Semester erstreckenden Forschungsprojekts mit insgesamt <math>2 \times 6 = 12</math> Credits zu bearbeiten.</li> </ul> <p>Die Beschreibung zum Forschungsprojekt finden Sie in diesem Modulhandbuch.</p>
Verwendbarkeit des Moduls	Grundsätzlich sind die Wahlfächer, die hier zum Wahlpflichtmodul I kombiniert werden, auch als einzelne Wahlfächer in anderen Master-Studiengängen anrechenbar.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung des aus dem vorausgehenden Bachelor-Studium eventuell schon begonnenen Kompetenzaufbaus zum „lebenslangen, selbstgesteuerten Lernen“.</li> <li>• Möglichkeit, sich vor allem zu den Themen weiterzubilden, für die sich die Studentinnen und Studenten selbst interessieren. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung.</li> <li>• Da viele Wahlfächer auch von Studentinnen und Studenten der anderen Master-Studiengänge belegt werden können, wird das Kennenlernen und das Zusammenarbeiten mit Studentinnen und Studenten anderer Master-Studiengänge gefördert.</li> </ul> <p><u>Lernziele:</u></p> <p>Die Studentinnen und Studenten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können sich spezifisch zum Master Mechatronische Systementwicklung weiterbilden, z. B. zu Teilthemen der Mechatronik und der Systementwicklung, die nicht so intensiv durch die Pflichtmodule abgedeckt werden</li> <li>• haben zudem die Möglichkeit, im Sinne eines Studium Generale auch Wahlfächer zu belegen, die relativ wenig Bezug zu den Kernthemen des Master Mechatronische Systementwicklung haben</li> </ul>

<b>Wahlpflichtmodul I</b>	
Workload	<u>Workload</u> : 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium</u> : 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium</u> : 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistungen der gewählten Wahlfächer
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Literatur	ist in den Beschreibungen der jeweiligen Wahlangebote enthalten
Letzte Änderung	23.10.2023

## Sommersemester

Sicherheit und Verantwortung	
Kennziffer	MIG10009
Modulverantwortlicher	Professor Drath
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Funktionale Sicherheit: <b>PLK</b> (60 Minuten) oder PLH/PLP/PLR/PLM Technik und Verantwortung: <b>PLK</b> (45 Minuten) oder PLH/PLP/PLR/PLM; Prüfungsvorleistung: aktive Mitarbeit
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10010: Funktionale Sicherheit (2 SWS / 3 ECTS) MIG10058: Technik und Verantwortung (3 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath (Funktionale Sicherheit) Prof. Dr. Jasmin Mahadevan (Technik und Verantwortung)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Funktionale Sicherheit: Vorlesung Technik und Verantwortung: Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht. Zudem ist es möglich, die „Funktionale Sicherheit“ oder die „Technik und Verantwortung“ als einzelne Wahlfächer in anderen Master-Studiengängen zu wählen.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> <b>Funktionale Sicherheit:</b> Ziel dieser Vorlesung ist das Verstehen und Beherrschen der Grundlagen der Funktionalen Sicherheit. Die Studenten beherrschen die Grundbegriffe der Funktionalen Sicherheit und erlernen auf der Basis der IEC 61508 sicherheitstechnisch relevante Funktionen, Produkte und Systeme entsprechend dem Stand der Technik zu entwickeln. Sie kennen den in der Norm geforderten strukturierten Entwicklungsprozess auf Basis des Lebenszyklusmodells, erlernen Methoden zur Gefährdungs- und Risikoanalyse sowie sich daraus ergebende Maßnahmen zur Risikominimierung. Sie kennen die Anforderungen der IEC 61508 und ihre Bedeutung in die Normenlandschaft. Sie beherrschen Methoden zur Vermeidung systematischer und zufälliger Fehler, können sicherheitstechnische Kenngrößen und erforderliche und tatsächliche Ausfallraten von Sicherheitsfunktionen berechnen und bewerten. Sie kennen sicherheitsgerichtete Architekturen und Maßnahmen zur Erhöhung der funktionalen Sicherheit von Hard- und Software. Die dazu notwendigen Anforderungen und Techniken zur zertifizierungsgerechten Dokumentation werden ebenfalls vermittelt.

Sicherheit und Verantwortung	
	<p><b>Technik und Verantwortung:</b>                      Die Studierenden sind sich ihrer Verantwortung für Mensch und Umwelt bei der Entwicklung und dem Einsatz von Technik bewusst. Die Studierenden kennen die wichtigsten Prinzipien und Methoden, um der Verantwortung von Ingenieurinnen und Ingenieuren für die Entwicklung und den Einsatz von Technik gerecht zu werden. Sie haben den Einsatz dieser Prinzipien und Methoden im Rahmen des Seminars beispielhaft erprobt.</p>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soziale Kompetenz und zivilgesellschaftliches Engagement: die Studierenden erlernen in diesem Modul die Folgen ihres Handelns in der technischen Entwicklung einzuschätzen und zu bewerten. Dies bedeutet auch eine Qualifikation in der Einschätzung der Auswirkungen von Erfindungen für die Zivilgesellschaft und für die Arbeitswelt.</li> <li>• Sicherheitsdenken: Die Studierenden befassen sich in diesem Modul hauptsächlich mit der Vermeidung von technischen Risiken. In diesem Zusammenhang wird kritisches Denken in Bezug auf die Fähigkeiten anderer Menschen (Anwender, Kunden) vermittelt.</li> <li>• Kritische Argumentation: die Studierenden erlernen die argumentative Durchsetzung von z. T. kostspieligen Funktionen zu Gunsten der Sicherheit.</li> </ul>
Inhalte	<p><b>Vorlesung Funktionale Sicherheit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Bedeutung der Funktionalen Sicherheit</li> <li>• Wichtige Normen und Standards (IEC 61508 sowie Segmentnormen)</li> <li>• Methoden zur Gefährdungsanalyse und Fehleraufdeckung</li> <li>• Maßnahmen zur Risikominderung</li> <li>• Sicherheitsgerichteter Entwicklungsprozess auf Basis des Lebenszyklusmodells</li> <li>• Fehlerarten sowie Methoden zu ihrer Beherrschung und ggf. Vermeidung</li> <li>• Sicherheitstechnische Parameter und ihre Berechnung</li> <li>• Sicherheitstechnische Architekturprinzipien</li> <li>• Methoden zur Entwicklung sicherheitsrelevanter Software</li> <li>• Zertifizierungsgerechte Dokumentation der Entwicklung</li> <li>• Erläuterung anhand von Praxisbeispielen</li> </ul> <p><b>Vorlesung Verantwortung in der Systementwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethische Dimensionen der Technikentwicklung</li> <li>• Gesellschaftliche, kulturelle und soziale Verantwortung in der Technikentwicklung</li> <li>• Responsible Research and Innovation (RRI)</li> <li>• Nachhaltigkeit und Technikentwicklung</li> <li>• Verantwortung und Einsatz von Technik</li> <li>• Technikwahrnehmung, technisches Wissen und Techniknutzung in der Gesellschaft</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload:</u> 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium:</u> 75 Stunden (5 SWS x 15 Wochen)  <u>Eigenstudium:</u> 105 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>

Sicherheit und Verantwortung	
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistungen
Literatur	<p><u>Funktionale Sicherheit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt)</li> <li>• Peter Löw, Ronald Pabst, Erwin Petry: Funktionale Sicherheit in der Praxis. dpunkt.verlag, 2011.</li> <li>• Josef Börcsök: Funktionale Sicherheit, Grundzüge sicherheitstechnischer Systeme, Edition 2, Hüthig Verlag, 2008.</li> <li>• DIN EN 61508</li> </ul> <p><u>Technik und Verantwortung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt)</li> <li>• Heidbrink, L.; Langbehn, C. und Loh, J. (Hrsg.) (2017), <i>Handbuch Verantwortung</i>, Springer. (als e-book über die Hochschulbibliothek erhältlich)</li> </ul>
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 (maximal 50) Studentinnen und Studenten
Letzte Änderung	07.11.2023

<b>Höhere Mechanik</b>	
Kennziffer	MIG10011
Modulverantwortlicher	Professor Simon
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	<b>PLK</b> (60 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlagen der Mechanik (Statik, Festigkeitslehre und Kinetik).
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10012: Höhere Mechanik
Dozenten/Dozentinnen	Professor Dr.-Ing. Marcus Simon
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung und Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden erlernen leistungsfähige Verfahren zur dynamischen Analyse mechanischer Systeme. Zunächst werden die bereits erlernten synthetischen Verfahren auf räumliche Aufgabenstellungen und Systeme von starren Körpern erweitert. Anschließend werden analytische Verfahren betrachtet, die die Basis der computergestützten Mechanik darstellen. Da insbesondere mechanische Schwingungen eine zunehmend wichtige Rolle bei der Beurteilung neuer Produkte einnehmen, erfolgt abschließend eine Einführung in die Schwingungslehre.
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsdenken: Die im Masterstudium verankerte Spezialisierung auf die Entwicklung <u>sicherer</u> mechatronischer Systeme wird in der Modellierung durch die gegenseitige Wechselwirkung der Systeme hervorgehoben.</li> <li>• Digitalisierung: Durch die Erweiterung auf räumliche Systeme und Einführung analytischer Prinzipien werden die Grundlagen für Mehrkörpersysteme und somit die Modellbildung in der virtuellen Welt gefördert. Da derartige Modelle in der Praxis sinnvollerweise nur noch numerisch berechnet werden können, trägt das Modul auch zur Digitalisierung der Studierenden bei.</li> </ul>
Inhalte	<b>Vorlesung Höhere Mechanik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Beschreibung mechanischer Systeme mit Bindungen</li> <li>• Räumliche Kinematik des einzelnen starren Körpers, Drehmatrizen</li> <li>• Räumliche Kinetik starrer Körper (Impuls- und Drehimpulssatz)</li> <li>• Analytische Mechanik starrer Körper (Prinzip von d'Alembert in Lagrangescher Fassung, Lagrange'sche Gleichungen 2. Art)</li> </ul>

Höhere Mechanik	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung Schwingungsmechanik (Schwingungssystem mit einem und mehreren Freiheitsgraden)</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium</u>: 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium</u>: 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistungen
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wittenburg: Schwingungslehre, Lineare Schwingungen, Theorie und Anwendungen, Springer-Verlag</li> <li>Riemer, Wauer Wedig: Mathematische Methoden der Technischen Mechanik, Springer-Verlag</li> <li>Greenwood: Classical Dynamics, Dover Books on Physics</li> <li>Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik 3, Springer-Verlag</li> </ul>
Letzte Änderung	08.11.2023

<b>Robotik und Künstliche Intelligenz</b>	
Kennziffer	MIG10013
Modulverantwortlicher	Professor Schmitz
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Robotik und Künstliche Intelligenz: <b>PLK</b> (60 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Programmierkenntnisse C++/Python
zugehörige Lehrveranstaltungen	MIG10014: Robotik und Künstliche Intelligenz
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Norbert Schmitz
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Lehrform Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen die Grundlagen der Künstlichen Intelligenz</li> <li>• Die Studierenden lernen die Grundlagen der Robotik</li> </ul> <p><u>Lernziele:</u> Die Studierenden lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegende Struktur von Neuronalen Netzwerken kennen</li> <li>• die unterschiedlichen Klassen des Überwachten, Unüberwachten und Selbstverstärkenden Lernens kennen.</li> <li>• die Komponenten der Sensorik, der Aktorik und der Planung im Bereich der Roboter kennen.</li> <li>• verschiedene Anwendungen neuronaler Netze im Bereich der Robotik kennen.</li> </ul>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreativität: die Studierenden erlernen eigenständig neue Lösungsansätze zu entwerfen und diese an einem praktischen Beispiel anzuwenden. Durch ein iteratives Konzept aus Entwurf, Test und Verbesserung werden kreative Lösungen für den Bereich der Robotik entworfen.</li> <li>• Praxisbezug: Die Studierenden erarbeiten während der Vorlesung anhand eines kleinen Beispiels eine eigenständige Lösung aus dem Bereich des Maschinellen Lernens.</li> </ul>
Inhalte	<p><b>Robotik und Künstliche Intelligenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Konzeption von Robotern (insbesondere mobilen Robotern)</li> <li>• Antriebssysteme und Aktoren</li> <li>• Steuerungsarchitekturen für Roboter</li> <li>• Sensoren und Sensorsysteme für die Navigation mobiler Fahrzeuge</li> <li>• Lokalisierung und Kartierung von Robotern</li> </ul>

Robotik und Künstliche Intelligenz	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die künstliche Intelligenz</li> <li>• Modellierung von neuronalen Netzwerken</li> <li>• Einführung von Netzwerkstrukturen und Netzwerkklassen</li> <li>• Anwendungen von Neuronalen Netzen in der mobilen Robotik</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium</u>: 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium</u>: 120 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Vorbereitung von Referaten, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Klausur bzw. mündliche Prüfung.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inez De Florio-Hansen: Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und Robotik: Eine Einführung für Schule und Unterricht, utb GmbH, 2020</li> <li>• Robin R. Murphy: Introduction to AI Robotics, second edition, Bradford Books, 2019</li> </ul>
Letzte Änderung	08.11.2023

Wahlpflichtmodul II	
Kennziffer	MIG10016
Modulverantwortlicher	Studiengangleitung
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	4
Häufigkeit	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Es sind die Prüfungsleistungen zu erbringen, die in den ausgewählten Wahlfächern zu Beginn der Vorlesungszeit festgelegt werden.
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Sonstiges	<p>Es gilt das, was auch schon zum Wahlpflichtmodul I ausgeführt worden war, mit einer Ausnahme: es sind zwingend zwei Wahlfächer zu besuchen.</p> <p>Abschließender Hinweis und um Missverständnisse zu verhindern: Es ist nicht gestattet, anstelle der im Wahlpflichtmodul II zu belegenden Wahlfächer ein weiteres Forschungsprojekt oder eine andere, genehmigungspflichtige Projektarbeit zu bearbeiten und anrechnen zu lassen. Anders ausgedrückt: Im gesamten Masterstudium müssen mindestens zwei Wahlfächer im Wahlpflichtmodul II belegt und erfolgreich bestanden werden.</p>
Literatur	ist in den Beschreibungen der jeweiligen Wahlangebote enthalten
Letzte Änderung	23.10.2023

Forschungsprojekt	
Kennziffer	MIG10015
Modulverantwortlicher	Studiengangleitung
Level	Expertenniveau
Credits	6
SWS	1
Häufigkeit	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLP
Lehrsprache	deutsch oder englisch
zugehörige Lehrveranstaltungen	Projektarbeit
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Ein vorzugsweise an der HS oder der HS nahestehenden Einrichtungen, z. B. dem ZPT oder dem HEED, durchzuführendes Projekt mit einem ausgeprägten Forschungsaspekt
Besonderheiten	<p>Studentinnen und Studenten haben die Möglichkeit, im Wahlpflichtmodul I anstelle von zwei Wahlfächern ein Forschungsprojekt zu bearbeiten. Wenn sich Studentinnen und Studenten für diese Option entscheiden,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Regeln des in diesem Unterabschnitt „Forschungsprojekt“ beschriebenen Moduls anzuwenden,</li> <li>• kann ein erstes Forschungsprojekt zu einem Thema A und im hier beschriebenen Modul „Forschungsprojekt“ ein weiteres Forschungsprojekt zu einem Thema B bearbeitet werden,</li> <li>• kann ein einziges, großes, 2×6 Credits umfassendes Forschungsprojekt zu einem einzigen Thema bearbeitet werden.</li> </ul> <p>Wenn nur ein einziges, großes Forschungsprojekt zu einem Thema bearbeitet wird, so sind auch im ersten Semester die Prüfungsleistungen zu erbringen, die hier, im Modul „Forschungsprojekt“, beschrieben sind.</p> <p>Abschließender Hinweis und um Missverständnisse zu vermeiden: Im gesamten Masterstudium muss mindestens ein Forschungsprojekt im Modul „Forschungsprojekt“ belegt und bearbeitet werden. Es sind die Prüfungsleistungen zu erbringen, die hier, im Modul „Forschungsprojekt“, beschrieben werden.</p>
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlmodul in anderen Master-Studiengängen. Das Wahlmodul hat einen Umfang, der dem von zwei einzelnen Wahlfächern entspricht.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Absolventen können Aufgaben übernehmen und inhaltlich verantworten, die Fachkenntnisse mechatronischer Systeme und die Entwicklung von mechatronischen Systemen erfordern und die einen starken Forschungscharakter haben.</li> <li>• Viele derartiger Aufgaben werden heutzutage interdisziplinär und oft von international zusammengesetzten Teams bearbeitet. Deswegen kann es notwendig sein, dass die jeweiligen komplexen technischen Zusammenhänge zielgruppengerecht erklärt werden müssen. Zudem kann es erforderlich sein, Teammitgliedern mit nicht vorhandenem oder mit unterschied-</li> </ul>

Forschungsprojekt	
	<p>lich ausgeprägtem technischen Wissen Zusammenhänge erläutern zu müssen. Darüber hinaus müssen die Studentinnen und Studenten auch mit weiteren Stakeholdern angemessen sprechen können, insbesondere auch mit den Entscheidern oder den künftigen Nutzerinnen und Nutzern der mechatronischen Systeme. Deswegen sollen die Studentinnen und Studenten anhand des Forschungsprojekts auch üben, die Sprache der Technik in eine doch eher natürlichere, gesprochene Sprache zu übersetzen – passend für die jeweiligen Zuhörerinnen und Zuhörer.</p> <p><u>Lernziele:</u> Die Studentinnen und Studenten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können sich in ein abgegrenztes Themengebiet zu mechatronischen Systemen einarbeiten</li> <li>• verstehen die Begrifflichkeiten und Zusammenhänge zu diesem Thema und können Bezüge zu anderen Themen herstellen und gegeneinander abgrenzen</li> <li>• erwerben authentische Erfahrung in Bezug auf die Komplexität, die Analyse und den Design-Prozess im Bereich der mechatronischen Systementwicklung</li> <li>• wenden bei der Bearbeitung die erlernten Methoden des Projektmanagements und bei der Präsentation die erlernten Methoden der Kommunikation an</li> <li>• können ihre Arbeitsergebnisse gegebenenfalls auch in Englisch dokumentieren, in Englisch präsentieren und zielgruppengerecht in Englisch diskutieren.</li> </ul> <p>Insbesondere dann, wenn die Studentinnen und Studenten sich dazu entscheiden, die Ergebnisse in englischer Sprache zu präsentieren und zu dokumentieren, sollen diese auch gezielt Large Language Models (LLMs) anwenden. Dadurch sollen die Studentinnen und Studenten erlernen, wie heutzutage LLMs effizient genutzt werden können, um durch den Einsatz von LLMs zu erproben, wie diese in der Forschungs- und Wissenschaftskommunikation gewinnbringend genutzt werden können – und wo die aktuellen Grenzen von LLMs liegen.</p>
Workload	<p><u>Workload:</u> 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 15 Stunden (1 SWS x 15 Wochen) Eigenstudium und eigengesteuerte Bearbeitung des Forschungsthemas: 165 Stunden</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Zwischen- oder Abschluss-Präsentation zuzüglich eines wissenschaftlichen Abstracts im IEEE-Zwei-Spalten-Format mit mindestens 4 reinen Textspalten und einer Abschlussdokumentation im Umfang von typischerweise 50 bis 60 Seiten
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	Ein Forschungsprojekt darf nicht nur von einer Studentin oder einem Studenten alleine bearbeitet werden. Denn Kennzeichen einer Projektarbeit (und deswegen auch eines Forschungsprojekts) ist, dass mehrere Studentinnen und Studenten kooperativ zusammen an einem Projekt arbeiten. Im Master Mechatronische Systeme

<b>Forschungsprojekt</b>	
	<p>mentwicklung dürfen Forschungsprojekte von zwei oder drei Studentinnen und/oder Studenten bearbeitet werden. Sollten sich vier und mehr Studentinnen und Studenten für ein Forschungsthema interessieren, so muss die zuständige Betreuerin oder der zuständige Betreuer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• auf Grund der Vorkenntnisse der sich für das Thema interessierenden Studentinnen und Studenten festlegen, welche das Thema bearbeiten dürfen</li> <li>• oder das ursprünglich angedachte Thema so aufteilen, dass zwei von einander weitestgehend unabhängige Themen entstehen, die dann von zwei Projektteams bearbeitet werden können.</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochschulrektorenkonferenz: Mustersatzung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit Verdachtsfällen wissenschaftlichen Fehlverhaltens. <a href="https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/mustersatzung-zur-sicherung-guter-wissenschaftlicher-praxis-und-zum-umgang-mit-verdachtsfaellen-wisse/">https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/mustersatzung-zur-sicherung-guter-wissenschaftlicher-praxis-und-zum-umgang-mit-verdachtsfaellen-wisse/</a>, gesehen am 23.10.2023.</li> <li>• DFG Kode: Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. <a href="https://zenodo.org/records/6472827/files/kodex_leitlinien_gwp_dfg.1.1.pdf?download=1">https://zenodo.org/records/6472827/files/kodex_leitlinien_gwp_dfg.1.1.pdf?download=1</a>, gesehen am 23.10.2023</li> <li>• Lövei, Gábor L. Writing and Publishing Scientific Papers: A Primer for the Non-English Speaker. OpenBookPublishers, 2021. PDF 978-1-80064-091-7.</li> <li>• Heard, Stephen B. The scientist's guide to writing: how to write more easily and effectively throughout your scientific career. Princeton ; Oxford: Princeton University Press, 2016. ISBN 978-1-4008-8114-7. <a href="https://www.degruyter.com/isbn/9781400881147">https://www.degruyter.com/isbn/9781400881147</a></li> <li>• Carter, Matt. Designing Science Presentations: A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More. Elsevier: Academic Press, 2013. ISBN 978-0-12-385969-3. <a href="https://doi.org/10.1016/C2010-0-67985-5">https://doi.org/10.1016/C2010-0-67985-5</a></li> </ul>
Letzte Änderung	23.10.2023

## Wahlfächer

Elektrochemische Sensoren	
Kennziffer	MEC5215
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Alexander Hetznecker
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlfach auch in anderen Master-Studiengängen
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden erlernen die Funktionsweise elektrochemischer Sensoren in Gasen und in Flüssigkeiten. Sie erfahren im Einzelnen die Grundlagen der Wechselwirkungen an Mehrphasenkontakten, die auf physikalische und chemische Vorgänge zurückzuführen sind. Sie können die Messkette (quantitativ zu detektierende Substanz bis zur Anzeige) darstellen & kennen die notwendigen Randbedingungen von Praxisbeispielen.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Grundlagen</li> <li>• Grenzflächen- und Halbzellenpotential</li> <li>• pH-Sensorik</li> <li>• Ionensensitive Sensoren</li> <li>• Grundlagen der Katalyse</li> <li>• Gas-Sensorik (O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> etc.)</li> <li>• Alternative Messverfahren</li> <li>• Partikelmesstechnik</li> <li>• Abgas- und Rauchgasnachbehandlung</li> </ul>
Workload	<u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Wiegleb, "Gasmesstechnik in Theorie und Praxis, Messgeräte, Sensoren, Anwendungen", 1. Auflage, Springer Vieweg (2016), ISBN 978-3-658-10687-4 (eBook)</li> <li>• E. Hering, G. Schönfelder, "Sensoren in Wissenschaft und Technik, Funktionsweise und Einsatzgebiete", 2. Auflage, Springer Vieweg (2018), ISBN 978-3-658-12562-2 (eBook)</li> </ul>

Elektrochemische Sensoren	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Löffler-Mang, Optische Sensorik, Lasertechnik, Experiment, Light Barriers, Vieweg+Teubner (2012), ISBN 978-3-8348-1449-4</li> <li>• M. Wolff, "Sensor-Technologien", Band 2: Geschwindigkeit, Durchfluss, Strömungsfeld, De Gruyter Oldenbourg (2018), e-ISBN 978-3-11-047784-9</li> </ul>
Letzte Änderung	08.11.2023

Seminar Angewandte Optimierung	
Kennziffer	MEC5233
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR, ca. 30 Minuten
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung „Mathematische Modellierung“
zugehörige Lehrveranstaltungen	keine
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Seminar
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden erhalten Einblicke in aktuelle Forschungsthemen der angewandten Mathematischen Optimierung (siehe Literatur), praktizieren gehobene Methoden der Literatuarbeit und trainieren ihr technisches Englisch.</p> <p><u>Lernziele:</u> Die Studierenden lernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissenschaftliche Aufsätze mit Hilfe eines Literaturverwaltungssystems systematisch auszuwerten,</li> <li>• sich aktuelle Forschungsarbeiten unter Anleitung systematisch zu erschließen und</li> <li>• Forschungsergebnisse zielgruppengerecht auf Englisch zu präsentieren.</li> </ul> <p>Da die wissenschaftlichen Aufsätze in englischer Sprache verfasst sind, sollen auch die Referate auf Englisch gehalten werden. Die Umgangssprache des Moduls ist Deutsch.</p>
Inhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Optimization and climate change</li> <li>2. Optimization in health systems</li> <li>3. Optimization and machine learning</li> <li>4. Uncertainty in optimization</li> </ol>
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen)</p>
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	(keine)
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden</p> <p><u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Hausarbeiten in Gruppen inklusive Vorbereitung des Referats)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung

Seminar Angewandte Optimierung	
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 3
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Do, You, Chung &amp; Kim (2023): <b>Superstructure optimization model for design and analysis of CO2-to-fuels strategies</b>. Computers &amp; Chemical Engineering, in Press. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2023.108136</li> <li>2. Bayram, Solak, Harmanli, Cesaret (2023): <b>Selecting a winning team: Management of surgical team composition in robotic surgery</b>. Computers &amp; Industrial Engineering 175. DOI: 10.1016/j.cie.2022.108819</li> <li>3. Gupta &amp; Zhang (2022): <b>Efficient learning of decision-making models: A penalty block coordinate descent algorithm for data-driven inverse optimization</b>. Computers &amp; Chemical Engineering 170. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.108123</li> <li>4. Yeardley, Ejeh, Allen, Brown &amp; Cordiner (2022): <b>Integrating machine learning techniques into optimal maintenance scheduling</b>. Computers &amp; Chemical Engineering 166. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.107958</li> <li>5. Kim &amp; Maravelias (2022): <b>Data-based Approach to Predict Feasibility and Computational Requirement for Chemical Production Scheduling</b>. IFAC-PapersOnLine 55 (7). DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.07.547</li> <li>6. Cho, Won, Han, Kim, Youa &amp; Kim (2018): <b>An optimization-based design and analysis of a biomass derived hydrogen energy system</b>. Computer Aided Chemical Engineering 44. DOI: 10.1016/B978-0-444-64241-7.50257-3</li> </ol> <p>Gupta &amp; Maravelias (2019): <b>Online Scheduling: Understanding the Impact of Uncertainty</b>. IFAC-PapersOnLine 52 (1). DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.06.149</p>
Letzte Änderung	16.04.2023

Physikalische Optik und Photonik	
Kennziffer	MEC5217
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Steffen Reichel
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLM oder PLK (45 Minute)/PLH/PLL/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Optik
Lehrform	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlfach auch in anderen Master-Studiengängen
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studierenden erwerben ein tieferes Verständnis von den Eigenschaften von Licht. Auch die Wechselwirkung von Licht mit Materie wird erarbeitet. Daraus werden das Grundprinzip des optischen Verstärkers und des Lasers entwickelt die heute in der Industrie bei Herstellungsprozessen und Kommunikationssystemen nicht wegzudenken sind.</p> <p>Die Studierenden erlernen, tiefergehendes Verständnis der Lichteigenschaften um damit die Querschnittskompetenz Optik und Photonik bei derzeitigen State-Of-The-Art mechatronischen Systemen verstehen und nutzen zu können.</p> <p>Zu den Studiengangzielen wird damit auch in der Weise beigetragen, dass die Studierenden in dem Querschnittstechnologie Optik und Photonik Kompetenz erhalten, erfolgreiche mechatronische Systementwicklung zu betreiben und gezielt umzusetzen.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Polarisation (Polarisatoren, Lambda/4 und Lambda/2 Platte, Optischer Isolator)</li> <li>• Interferenz (Zwei-Strahl-Interferenz, Michelson Interferometer sowie Mehrstrahlinterferenz)</li> <li>• Beugung (Fraunhofer und Fresnel-Beugung)</li> <li>• Wechselwirkung Licht und Materie</li> <li>• Grundlagen des optischen Verstärkers</li> <li>• Grundlagen des Lasers</li> <li>• Aufbau eines Lasers und dessen Bauelemente</li> <li>• Moden (longitudinal und transversal) des Lasers, sowie Laserspektrum</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten

Physikalische Optik und Photonik	
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hecht: <i>Optik</i>, Oldenbourg Verlag</li><li>• Siegman: <i>Lasers</i>, University Science Books</li></ul>
Letzte Änderung	16.04.2023

Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET	
Kennziffer	MEC5218
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Sascha Seifert
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLH/PLK/PLL/PLM/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse in objektorientierter Programmierung Empfehlenswert: Grundlagenvorlesung: C# Programmierung
Lehrform	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Als Wahlfach auch in anderen Master-Studiengängen
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden erwerben Kenntnisse der objektorientierten Programmierung mit der Sprache C# und die Nutzung des .NET-Frameworks. Sie verstehen wie verteilte Anwendungssysteme entwickelt werden und lernen Cloud-Dienste gezielt einzusetzen. Sie erlernen in praktischen Übungen mobile Anwendungen plattformunabhängig zu konzipieren, umzusetzen und mit der Cloud zu verbinden.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierung mit C# und .NET</li> <li>• Native, mobile Anwendungsentwicklung am Beispiel Android</li> <li>• Architekturen verteilter Anwendungen</li> <li>• Cloud-Dienste für Storage und Compute</li> <li>• Frontend/Backend-Kommunikation</li> </ul>
Workload	<u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühnel, Andreas: C# 8 mit Visual Studio 2019. Das umfassende Handbuch, 8. aktualisierte Auflage 2019, Rheinwerk Computing, ISBN 978-3-8362-6458-7</li> <li>• Price, Mark J.: C# 8.0 and .NET Core 3.0 – modern cross-platform development, fourth edition, E-Book, Packt Publishing 2019</li> <li>• Huber, Thomas Claudius: Windows Presentation Foundation. Das umfassende Handbuch. 4. aktualisierte und erweiterte Auflage (Rheinwerk Computing), 2016.</li> </ul>

Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Developer's Guide to Microsoft Prism Library 5.0 for WPF, Microsoft patterns &amp; practices, 2014.</li> <li>• Charles Petzold: Creating Mobile Apps with Xamarin. Forms, Microsoft Press, 2016</li> <li>• Michael S. Collier and Robin E. Shahan: Microsoft Azure Essentials: Fundamentals of Azure, Second Edition, 2016 (ISBN 978-1-5093-0296-3)</li> <li>• Tulloch, M: Introducing Windows Azure for IT Professionals, Microsoft Press, 2013 (ISBN 978-0-7356-8288-7)</li> <li>• Azure verstehen – Ein Leitfaden für Entwickler, Microsoft Corporation, <a href="https://azure.micro-soft.com/de-de/campaigns/developer-guide/">https://azure.micro-soft.com/de-de/campaigns/developer-guide/</a></li> </ul>
Letzte Änderung	27.10.2023

Laserbearbeitungsmaschinen	
Kennziffer	MEC5211
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Roland Wahl
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLH/PLK/PLL/PLM/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Physikalische und technische Grundkenntnisse
Lehrform	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Keine Verwendung in anderen Studiengängen.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studierenden erwerben ein Verständnis der für eine Materialbearbeitung wichtigen Eigenschaften von Laserstrahlung, sowie der grundlegenden Techniken der Strahlführung und -formung in Bearbeitungsmaschinen.</p> <p>Sie verstehen die Verfahrenstechniken wichtiger Laserbearbeitungsprozesse und erwerben die Fähigkeit, daraus in direkter Weise die von einer Laserbearbeitungsmaschine zu fordernden Funktionseigenschaften, insbesondere hinsichtlich Genauigkeit und Dynamik, abzuleiten.</p> <p>Die Studierenden erlernen, wie bei derzeitigen State-Of-The-Art Laserbearbeitungsmaschinen durch deren mechatronischen Aufbau (z.B. Roboter-Scanner-Kombinationen) oder durch hochentwickelte mechatronische Sensortechnik diese Funktionseigenschaften erreicht werden.</p> <p>Zu den Studiengangzielen wird damit auch in der Weise beigetragen, dass die Studierenden in dem Hochtechnologiegebiet der Laserbearbeitung das Wissen und die Kompetenz erhalten, erfolgreiche mechatronische Systementwicklung zu betreiben.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserstrahlerzeugung, relevante Laserstrahleigenschaften, Führung und Fokussierung von Laserstrahlen, Absorption, Strahldiagnostik.</li> <li>• Verfahrenstechniken der wichtigen Lasermaterialbearbeitungsprozesse.</li> <li>• Ableitung wesentlicher erforderlicher Funktionseigenschaften von Laserbearbeitungsmaschinen aus der Verfahrenstechnik der Laserprozesse.</li> <li>• Mechatronischer Aufbau von Laserbearbeitungsmaschinen zur Ermöglichung hoch-dynamischer Bearbeitung.</li> <li>• Mechatronische Systeme zur Überprüfung bzw. Sicherstellung hoher Qualitäten von Laserbearbeitungen.</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)</p>

Laserbearbeitungsmaschinen	
	<u>Eigenstudium</u> : 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bliedtner: Optiktechnologie: Grundlagen - Verfahren - Anwendungen - Beispiele. Carl Hanser Verlag. ISBN: 978-3446458505</li> <li>• Hügel, Graf: Materialbearbeitung mit Laser: Grundlagen und Verfahren. Springer Vieweg Verlag. ISBN: 978-3-658-41122-0</li> <li>• Bliedtner, Müller, Barz: Lasermaterialbearbeitung: Grundlagen - Verfahren - Anwendungen - Beispiele. Carl Hanser Verlag. ISBN: 978-3-446-42168-4</li> </ul>
Letzte Änderung	08.11.2023

Qualitätsmethoden	
Kennziffer	MEC5222
Dozent	Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Bauer
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLH/PLK/PLL/PLM/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Technische Grundkenntnisse, mathematischen Grundkenntnisse
Lehrform	Vorlesungen und Gruppen-Hausarbeit
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Qualitätsmethoden, die in der Industrie zur Erreichung von anspruchsvollen Qualitätszielen eingesetzt werden. Durch praxisnahe Beispiele und der selbstständigen Bearbeitung von Optimierungsaufgaben in Form von mehreren Hausarbeiten lernen die Studierenden ausgewählte Qualitätsmethoden direkt einzusetzen und in der industriellen Praxis dann auch direkt umzusetzen.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuverlässigkeit: Ausfallverhalten von Komponenten, Ausfall-dichtefunktion, Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit, Überlebenswahrscheinlichkeit und der Ausfallrate</li> <li>• Systemzuverlässigkeit nach der Booleschen Theorie</li> <li>• Übersicht Quality Engineering Methoden</li> <li>• Quality Function Deployment (House of Quality). Hausarbeit zu einer konkreten Problemstellung.</li> <li>• Europäische Maschinenrichtlinie</li> <li>• Statistische Versuchsplanung (Design of Experiments): vollfaktorielle Versuchsplanung, teilfaktorielle Versuchsplanung, statistische Bewertung von Ergebnissen.</li> <li>• Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)</li> <li>• Optional: Analyse und Produktvalidierung, Umwelterprobung</li> </ul>
Workload	<u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Ausarbeitung und Präsentation von 2 Hausarbeiten, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Robert, Schmitt; Pfeifer, Tilo: Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken.</b> Hanser 2017.</li> </ul>

<b>Qualitätsmethoden</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bertsche, B., Lechner G.; Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau;</b> Springer/VDI 2014</li> <li>• <b>Linß, Gerhard; Qualitätsmanagement für Ingenieure;</b> Hanser 2018.</li> <li>• <b>Kleppmann, Wilhelm; Taschenbuch Versuchsplanung;</b> Hanser 2020</li> <li>• <b>T. Tietjen; A. Decker; FMEA Praxis;</b> Hanser 2020</li> <li>• <b>Saatweber, Jutta; Kundenorientierung durch Quality Function Deployment;</b> Hanser 2011</li> </ul>
Letzte Änderung	25.10.2023

Datenmodellierung mit Meta-Formaten	
Kennziffer	MEC5224
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP, PLH
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Vorlesungen und Seminar
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studenten entwickeln ein Verständnis für den Wert elektronischer Strukturmodelle als Grundlage der Digitalisierung in der Industrie. Sie kennen typische Ansätze zur Modellierung und die damit Schwierigkeiten bei der Modellierung und beim Austausch von Daten in einer heterogenen Werkzeuglandschaft. Sie erlernen das Konzept der Metamodellierung als Methodik zur Beherrschung dieser Komplexität.</p> <p><u>Lernziele:</u></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen das Wertpotential elektronischer Strukturmodelle technischer Systeme und ihre Schwierigkeiten.</li> <li>• kennen die Grundlagen und Hintergründe der Datenmodellierung mit Meta-Modellen am Beispiel von AutomationML. Mit AutomationML lässt sich die greifbare Welt objektorientiert modellieren und speichern, beispielsweise mechatronische Systeme, Geräte, Fertigungszellen, einschließlich Strukturen, Geometrien und Logik</li> <li>• erlernen Basis-Konzepte von AutomationML wie die Modellierung von Klassen, Instanzen und Strukturen, die Referenzierung von Geometrien und Verhaltensbeschreibungen, die Modellierung ihrer Zusammenhänge, aber auch erweiterte Konzepte wie die Modellierung von Gruppen, Ports, von mehrsprachigen Ausdrücken, Listen, Kommunikationsnetzwerken und das Referenzieren von Fremd-Dateien</li> <li>• lernen wie man mit AutomationML Anforderungsmodelle, Typmodelle und Instanzmodelle abbilden kann</li> <li>• lernen die Problemstellung des Datenaustausches im heterogenen Werkzeugumfeld kennen und erproben die Fähigkeiten von AutomationML, Daten zwischen Werkzeugen auszutauschen, ohne dass die Werkzeuge voneinander wissen müssen</li> <li>• Lernen die Grundzüge des Programmierens</li> <li>• Das Seminar besteht aus Vorlesungen und praktischen Übungen, in denen Sie das händische Modellieren, aber auch das</li> </ul>

Datenmodellierung mit Meta-Formaten	
	automatische Erzeugen und Auswerten von AutomationML-Dateien üben.
Inhalte	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten sind das neue Öl: über den Wert elektronischer Strukturmodelle</li> <li>• Methoden der Datenmodellierung: vom Modell zum Metamodel (und die Motivation dahinter)</li> <li>• Metamodellierung als Methodik zur Beherrschung der Komplexität bei der Modellierung technischer Systeme</li> </ul> <p>Metamodellierung mit AutomationML</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AutomationML als Beispiel eines Meta-Datenformates,</li> <li>• Bedeutung, Anwendungsbeispiele in der Industrie und an der Hochschule Pforzheim</li> <li>• AutomationML: Architektur und Konzepte</li> <li>• Software-Werkzeuge der AutomationML-Community</li> <li>• Händisches Modellieren mit AutomationML: Klassen, Instanzen, Topologien</li> <li>• Anwendung von Strukturmodellen: Anforderungsmodelle, Typmodelle, und Instanz-Modelle</li> <li>• AutomationML-Konzepte (Basis/Erweitert)</li> <li>• Bedeutung von AutomationML im Kontext von Industrie 4.0 und der Digitalisierung</li> </ul> <p>Programmierung mit AutomationML</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfachheit: wie die AutomationML community das Programmieren von AutomationML vereinfacht hat (Zielgruppe: Anfänger)</li> <li>• Musterlösungen für das effiziente Programmieren von Ex- und Importern für AutomationML-Dateien</li> </ul> <p>Workflow</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AutomationML im Kontext heterogener Werkzeuglandschaften</li> <li>• Wie man die Standardisierung von Semantiken beschleunigt.</li> <li>• Best Practices: Rezepte für die Anwendung von AutomationML</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium</u>: 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium</u>: 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt)</li> <li>• R. Drath: AutomationML – Das Lehrbuch für Studium und Praxis. De Gruyter Verlag Berlin, 2022.</li> </ul>
Letzte Änderung	25.10.2023

Interdisziplinäre und virtuelle Zusammenarbeit bei der Entwicklung technischer Systeme	
Kennziffer	MEC5227
Verantwortlicher	Prof. Dr. Jasmin Mahadevan
Level	Expertenniveau
Credits	3
Präsenzzeit	2
Häufigkeit	Im Wintersemester
Dauer der Lehrveranstaltung	Blockveranstaltungen
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR mit schriftlicher Ausarbeitung sowie aktiver Mitarbeit oder PLH/PLK/PLL/PLM/PLP
Lehrsprache	deutsch (Seminarsprache), englisch als Begleitsprache (z.B. für Rollenspiele und Übungen, Grundlagentext); analog der zu simulierenden Arbeitsbedingungen
Teilnahmevoraussetzungen	Eigene Praxiserfahrungen in der Industrie. Willen und Bereitschaft, über bisherige Arbeitspraxis zu reflektieren.
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr. Jasmin Mahadevan
Lehrformen der Lehrveranstaltung	Seminaristischer Unterricht, Rollenspiele, Fallstudien und Simulationen realer Arbeitssituationen (basierend auf der Tätigkeit der Dozentin in der technischen Industrie, im Bereich Teamentwicklung, interkulturelles Training); Ziel ist die Simulation der realen Arbeitsbedingungen in technischen Teams. Dies ermöglicht ganzheitliches Lernen.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u>                      Die Studierenden verstehen die Anforderungen interdisziplinärer und virtueller Zusammenarbeit im Ingenieurs- und Entwicklungsbereich. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, adäquate und effektive Lösungen für komplexe Probleme zu finden, über Schubladendenken hinaus.</p> <p><u>Lernziele:</u>                      Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen die Prinzipien und Anforderungen standortübergreifender und virtueller technischer Zusammenarbeit</li> <li>• kennen und verstehen die Prinzipien und Anforderungen interdisziplinärer und interkultureller technischer Zusammenarbeit</li> </ul>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerung der Einflussfaktoren globaler Teams (Distanz, Kultur und Wissensverteilung)</li> <li>• Kommunikation über Distanz</li> <li>• Virtuelle und augmented reality (technische Hilfsmittel bei Kommunikation über Distanz)</li> <li>• Steuerung von Wissensarbeit und Formen der Zusammenarbeit (z.B. Entwicklungsteams)</li> <li>• Kulturelle Unterschiede in globalen Teams</li> <li>• Schnittstellenproblematiken im Unternehmen</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Stunden)  <u>Eigenstudium und Fallstudien:</u> 60 Stunden</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung

Interdisziplinäre und virtuelle Zusammenarbeit bei der Entwicklung technischer Systeme	
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<p>Seminarmaterialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>deutsch- und englischsprachige Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt)</li> </ul> <p>Pflichtlektüre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maznevski, M. (2012), State of the art: global teams, in: Gertsen, M., Soderberg, A.-M. und Zolner, M. (Hrsg.), <i>Global Collaboration: Intercultural Experiences and Learning</i>. Basingstoke: Palgrave-Macmillan, pp. 187-206.</li> </ul>
Letzte Änderung	16.04.2023

Konfliktmanagement	
Kennziffer	MEC5228
Dozent	Prof. Dr. Andrea Wechsler
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLH/PLK/PLL/PLM/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Vorlesung und Seminar, interaktives Lehrgespräch mit praxisorientierter Einübung der Lehrinhalte
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele:</u></p> <p><b>Rechts- und Fachkenntnisse</b> Die Studierenden erwerben grundlegendes Wissen im Wirtschaftsrecht, auf dessen Grundlage sie unter Anwendung methodischer Grundsätze in der Praxis verwertbare Problemlösungen entwickeln können. Ferner vermittelt die Veranstaltung Wissen über wissenschaftliche Erkenntnisse der Konfliktlösung und Wirtschaftsmediation, die Vorbereitung von Verhandlungen, über den Ablauf von Verhandlungen, über Verhandlungsmethoden, über den gezielten Einsatz von Kommunikationstechniken und Werkzeugen und über die verschiedenen Verfahren/Wege zur Lösung von Konflikten.</p> <p><b>Konfliktlösungskompetenz</b> Die Studierenden kennen die Methoden der Streitvermeidung und der gerichtlichen und außergerichtlichen Problem- und Konfliktlösung. Auch verdeutlicht die Veranstaltung den Studierenden ihre bereits erworbenen Fähigkeiten und Erfahrungen und hilft Ihnen dabei, ihre eigene Verhandlungs- und Konfliktlösungskompetenz zu erkennen sowie zu erweitern und zu verbessern.</p> <p><b>Kommunikationsfähigkeit</b> Die Studierenden sind in der Lage, ihre Ideen und Argumente in mündlicher sowie schriftlicher Form klar und überzeugend auszudrücken. Anhand praktischer Beispiele und Übungen wird der „Ernstfall“ simuliert. Die Veranstaltung soll als Anregung dienen, die eigenen Fähigkeiten und Kenntnisse kontinuierlich in der Praxis zu festigen und zu erweitern.</p>
Inhalte	<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verhandlungs- und Konfliktforschung</b> (Grundlagen, Definitionen (z.B. Konfliktarten), beteiligte Disziplinen, Theorien (u.a. Spieltheorie), Konflikt- und Verhandlungswissenschaft, Kommunikationswissenschaft, Forschung und Literatur Feld- und Systemorientierung in der Mediation)</li> <li>• <b>Persönlichkeitstypen</b> (Wahrnehmung, Persönlichkeitstypen, Kommunikationsmuster)</li> </ul>

Konfliktmanagement	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Konfliktmoderation und -management</b> (Konflikteskalationsstufen und ihre Theorien, Grundmodelle der Konfliktbearbeitung und Konfliktlösung, Übersicht Verfahrensarten von Coaching über alternative Konfliktlösung zu Gerichtsverfahren)</li> <li>• <b>Die Wirtschaftsmediation</b> (Rechtliche Grundlagen, Die Mediation als strukturierte Konfliktlösung, Der Mediator und sein Methodenkoffer, Prinzipien der Mediation, Phasen der Mediation)</li> <li>• <b>Professionelles Verhandeln</b> (Ablauf von Verhandlungen, Verhandlungsmethoden, Verhandlungsstrategien, Taktiken, Spiele, Besonderheiten von Vertragsverhandlungen, Die innere Verhandlung, Verhandlungsziele, Die Rolle von Macht in Verhandlungen, Die Verhandlungsstrategie, Der Umgang mit Emotionen, Verhandeln und Ethik)</li> <li>• <b>Kommunikationstechniken</b> (Kommunikationsmodelle, Kommunikationsprobleme, Gewaltfreie Kommunikation, Kommunikationstechniken in komplexen Kommunikationsprozessen)</li> <li>• <b>Verhandeln und Konfliktmanagement im Spannungsfeld der Manipulation</b> (Definition der Manipulation, Manipulation und verantwortliches Handeln, Typische Manipulationsstrategien, Elegante Abwehrtechniken, Argumentationsfallen und Scheinargumente)</li> <li>• <b>Konfliktmanagement in Organisationen</b> (Anwendungsfelder für Wirtschaftsmediation, Voraussetzungen für den Erfolg von Wirtschaftsmediation, Chance durch Mediation: Streitkultur entwickeln, Wirtschaftsmediation als Teil eines Konfliktmanagementsystems)</li> <li>• <b>Konfliktlösung als Führungs- und Teamaufgabe</b> (Konfliktlösung in agilen Teams, Richtig kritisieren und Feedback geben, Die Führungskraft als Konfliktmoderator, Konfliktkultur bei Entscheidungsprozessen, Kommunikation von Konflikten)</li> <li>• <b>Mobbing</b> (Erscheinungsformen, Rechtsrahmen, Lösungsoptionen)</li> <li>• <b>Internationales Konfliktmanagement</b> (Barrieren internationaler Verhandlungen, Kulturelle Einflussfaktoren/ Verhandlungsstile, Kulturelle Werte, Unterschiede in den Verhandlungsstrategien)</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium</u>: 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)  <u>Eigenstudium</u>: 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung, Selbststudium, Erstellung der Präsentation oder der schriftlichen Ausarbeitung / Hausarbeit oder Projektdurchführung (Hausaufgabe).</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisher, Roger/Ury, William/Patton, Bruce, Das Harvard Konzept, 24. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt/Main 2013</li> <li>• Kunkel, Agnes/Bräutigam, Peter/ Hatzelmann, Elmar, Verhandeln nach Drehbuch, Aus Hollywood-Filmen für eigene Verhandlungen lernen, Heidelberg 2006</li> </ul>

<b>Konfliktmanagement</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuthal, Klaus-Peter/ Reinhardt, Harry, Der selbstständige Mensch und die Konstruktion seiner eigenen Welt: Eine andere Einführung in die Systemtheorie, 2013</li> <li>• Horstmeier, Gerrit, Das neue Mediationsgesetz, Einführung in des Mediationsgesetz für Mediatoren und Medianten, 2012</li> <li>• Eidel/Tybusseck (Hrsg.), Konflikte lösen – Verhandeln unter Stress; Haufe</li> </ul>
Letzte Änderung	16.04.2023

Intelligente Sensorsysteme	
Kennziffer	MEC5229
Dozent	Prof. Dr. Norbert Schmitz
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLH/PLK/PLL/PLM/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Vorlesung
Ziele	Die Studierenden erlernen die Funktionsweise und den Aufbau von Sensoren, die häufig in der Robotik eingesetzt werden, kennen. Sie kennen die verschiedenen Sensortypen und die von den Sensoren gemessenen Daten. Sie erlernen, wie die Sensordaten übertragen, gespeichert und verarbeitet werden. Dabei steht die Sensordatenverarbeitung mit Hilfe der künstlichen Intelligenz im Vordergrund. Dabei werden Beispiele von Sensorsystemen und deren Datenverarbeitung vorgestellt.
Inhalte	<p><b>Sensorsysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• optische Encoder</li> <li>• Laserscanner</li> <li>• Kameras / Wärmebildkameras</li> <li>• Tiefenbildkameras</li> <li>• Inertialsysteme</li> <li>• Radarsensoren</li> <li>• Ultraschallsensoren</li> </ul> <p><b>Datenverarbeitung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formatierung, Übertragung, Speicherung von Daten</li> <li>• Datenanalyse mit Hilfe der künstlichen Intelligenz</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium</u>: 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium</u>: 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung, Selbststudium, Erstellung der Präsentation oder der schriftlichen Ausarbeitung / Hausarbeit oder Projektdurchführung (Hausaufgabe)).</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicolaus Correll, Bradley Hayes, et. al; Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms; MIT Press; 2022</li> </ul>
Letzte Änderung	13.03.2023

Perzeption für mobile Robotersysteme	
Kennziffer	MEC5231
Dozent	Nina Felicitas Heide, M.Sc.
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR oder PLH/PLK/PLL/PLM/PLP
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: C-Programmierung
Lehrform	Vorlesungen, Übungen: theoretisch und klassisch sowie am Rechner
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden lernen die Grundlagen der Perzeption kennen, wie sie auf Robotersystemen zum Einsatz kommen. Zu den Grundlagen der Perzeption in der Robotik gehört das Wissen zu verschiedenen Perzeptionsverfahren, der Kalibrierung von Multisensorsystemen in der Perzeption, sowie der bewusste Einsatz von Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI).</p> <p>Um dieses Bewusstsein im Umgang mit KI-Systemen auszubauen werden verschiedene Anwendungsmöglichkeiten aus der Perzeption beleuchtet und anhand konkreter Verfahren sowie im Vergleich mit klassischen Verfahren – ohne den Einsatz von KI - verglichen. Hierbei wird ebenfalls das Thema der Trainings-, Validierungs- und Testdaten behandelt, welche in der Anwendung von datengetriebener KI maßgeblich über Erfolg oder Misserfolg der Systementwicklung entscheiden. Die Interpretation von Perzeptionsdaten für mobile Roboterplattformen wird anhand der Segmentierung mit Fokus auf KI-basierte, semantische Segmentierung zur Erkennung und Vermeidung von Hindernissen behandelt.</p> <p>Außerdem werden die Transparenz und Erklärbarkeit von KI-Systemen thematisiert, welche aktuell eines der größten Hindernisse für den Einsatz KI-basierter Verfahren in der industriellen Anwendung darstellt. Ein Ausblick in die angewandte Forschung am Fraunhofer IOSB sowie in den Alltag als Wissenschaftler anhand der Vorstellung ausgewählter, aktueller Forschungsprojekte schließt die Vorlesung ab.</p> <p><u>Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Perzeption von Robotern, welche die Perzeption für autonome Systemen miteinschließt, ist die Grundlage für die ferngesteuerte oder autonome Navigation eines Systems in seiner Anwendungsumgebung sowie ggf. ihrer Manipulation. Das Verständnis für Sensorsysteme, die zugehörige Datenverarbeitung und sowie die Kalibrierung von Multisensorsystemen bildet die Grundlage für die erfolgreiche Entwicklung solcher Perzeptionssysteme sowie für eine anschließende Interpretation der gewonnen Sensordaten in Bezug auf die Umgebungserfassung eines Robotersystems. Durch die Prüfungsform Referat (PLR) wird das Qualifikationsziel verfolgt, dass die Studenten und Studentinnen in der Lage sind, eine komplexe, umfangreiche Arbeit zum Aufbau eines Perzeptionssystems bzw. zur Verarbeitung und Interpretation von Perzeptionsdaten zu präsentieren. Alternativ besteht die Möglichkeit im</p>

Perzeption für mobile Robotersysteme	
	<p>Rahmen einer mündlichen Prüfung (PLM) das Verständnis der betrachteten Perzeptionssysteme sowie ihrer Datenverarbeitung und -Interpretation im Kontext der Umgebungserfassung unter Beweis zu stellen. Beide Kompetenzen werden in der Industrie benötigt, z. B. um eine entwickelte Lösung einem Interessenten oder Kunden vorzustellen.</p> <p>Diese Kompetenzen werden aber auch dann benötigt, wenn die Studenten und Studentinnen den Weg in die Forschung einschlagen wollen, sei es als Forscher in einem Unternehmen oder als wissenschaftlicher Mitarbeiter in einer Forschungseinrichtung mit dem Ziel, zu promovieren.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die mobile Robotik mit Realbeispielen aus der angewandten Forschung</li> <li>• Plattformen, Sensoren und Sensordaten</li> <li>• Software für mobile Roboter (ROS, Verarbeitungspipeline von Sensoren bis Regelung, etc.)</li> <li>• Was ist Perzeption und wozu dient Sie?</li> <li>• Arbeitsumgebungen: Strukturierte vs. unstrukturierte Umgebungen</li> <li>• Stereo Vision</li> <li>• Klassische Stereoverfahren (ohne KI-Einsatz)</li> <li>• KI-basierte Stereoverfahren</li> <li>• Unterschiede, Vor- und Nachteile und Kombinationsmöglichkeiten beider Welten</li> <li>• Kalibrierung von Multisensorsystemen zur Perzeption</li> <li>• Mathematische Grundlagen zur Kalibrierung, Kalibrierung über Registrierung der Sensordaten</li> <li>• Registrierung von Kamerabildern (2D) auf Punktwolken (3D)</li> <li>• Registrierung von Cross-Source Punktwolken verschiedener Sensoren (LiDAR, Stereo)</li> <li>• Klassische 2D-3D und 3D-3D Registrierung</li> <li>• 2D-3D und 3D-3D Registrierung mit neuronalen Netzen</li> <li>• KI und Daten</li> <li>• Bekannte Datensätze</li> <li>• Auswahl geeigneter Trainings- und Testdaten: Wie unterscheiden sich gute Daten von schlechten Daten – abhängig vom Anwendungszweck?</li> <li>• Aufnahme eigener Daten</li> <li>• Segmentierung</li> <li>• Klassische Segmentierungsverfahren</li> <li>• Semantische Segmentierung</li> <li>• Transparenz und Erklärbarkeit von KI-Systemen</li> <li>• Was ist Transparenz? Was ist Erklärbarkeit?</li> <li>• Transparenz und Erklärbarkeit im Kontext der industriellen Anwendung</li> <li>• Verfahren aus der aktuellen Forschung</li> <li>• Anwendungsbeispiele zur Erklärbarkeit von KI</li> <li>• Einblick in die angewandte Forschung am Fraunhofer IOSB</li> <li>• Vorstellen ausgewählter Forschungsprojekte</li> <li>• Kompetenzzentrum »Robotersysteme für die Dekontamination in menschenfeindlichen Umgebungen« - ROBDEKON</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)</p>

Perzeption für mobile Robotersysteme	
	<u>Eigenstudium</u> : 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung, Selbststudium, Bearbeitung des Assignments und Präsentation mit den Ergebnissen des Assignments oder Vorbereitung der mündlichen Prüfungsleistung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Browne, Matthew, Saeed Shiry Ghidary, and Norbert Michael Mayer. "Convolutional neural networks for image processing with applications in mobile robotics." <i>Speech, Audio, Image and Biomedical Signal Processing using Neural Networks</i>. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. 327-349.</li> <li>• Guastella, Dario Calogero, and Giovanni Muscato. "Learning-based methods of perception and navigation for ground vehicles in unstructured environments: A review." <i>Sensors</i>21.1 (2020): 73.</li> <li>• Heide, Nina Felicitas, et al. "Performance optimization of autonomous platforms in unstructured outdoor environments using a novel constrained planning approach." <i>2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)</i>. IEEE, 2019.</li> <li>• Heide, Nina Felicitas, and Janko Petereit. "Machine learning for the perception of autonomous construction machinery." <i>at-Automatisierungstechnik</i> 71.3 (2023): 219-232.</li> </ul>
Letzte Änderung	31.10.2023

Elektrische Energietechnik	
Kennziffer	EEN5169
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	bei Bedarf und Interesse der Studenten und Studentinnen semesterweise
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR oder PLH/PLK/PLL/PLM/PLP
Lehrsprache	deutsch oder englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlagen der Elektrotechnik
Lehrform	Vorlesungen mit integrierten CAE-Laborübungen
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele:</u> Die Studierenden lernen die Grundlagen der elektrischen Energietechnik mit und in Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromnetzen kennen. Anhand konkreter Beispiele wird gezeigt und vermittelt, wie man analytisch und von Hand die wichtigsten Größen elektrischer Energiesysteme berechnen kann. Die Zusammenhänge zwischen Energie, Zeit und Leistung sowie den typischen Kenngrößen Spannung, Strom, Leistungsfaktor <math>\cos \varphi</math> und Wirkungsgrad <math>\eta</math> werden herausgearbeitet. Die Wissensvermittlung wird durch die integrierten CAE-Laborübungen gefördert. Als durchgängiges Beispiel wird in den Vorlesungen und den CAE-Übungen behandelt, was die elektrische Energietechnik und die elektrischen Energieflüsse in einem Ladegerät für die Batterie eines „Formula Student Electric“ Rennfahrzeugs ausmacht beziehungsweise kennzeichnet.</p> <p><u>Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Viele mechatronische Systeme nutzen elektrische Energie. Da es in der Veranstaltung um die elektrische Energietechnik geht, wird nicht nur das elektrotechnische Wissen aufgefrischt und vertieft. Es wird auch das Arbeiten und Rechnen mit elektrischer Energie und elektrischer Leistung in Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromsystemen vermittelt. Das Wissen, das anhand der Vorlesungen und der CAE-Übungen begleitenden Beispiels „Formula Student Electric“ erworben wird, lässt sich direkt auf andere E-Fahrzeuge übertragen. Da sich die vermittelten Grundelemente und Grundstrukturen der elektrischen Energietechnik auch in vielen Produktions- und Werkzeugmaschinen wiederfinden, sollte ein allgemeines Verständnis für elektrische Energietechnik erworben worden sein. Das für alle ingenieurwissenschaftlichen Bereiche wichtige Verfahren der „Fourier-Analyse periodischer Signale“ wird vermittelt und auf die elektrische Energietechnik angewendet.</p> <p>Durch die Prüfungsform Referat (PLR) oder Hausaufgabe (PLH) wird das Qualifikationsziel verfolgt, dass die Studenten und Stu-</p>

Elektrische Energietechnik	
	<p>dentinnen in der Lage sind, (Teil-)Modelle zur elektrischen Energietechnik zu entwickeln und die daraus gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse zu präsentieren beziehungsweise zu dokumentieren.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente der elektrischen Energietechnik</li> <li>• Kenngrößen: Energie, Leistung, Spannung, Strom, Leistungsfaktor <math>\cos \varphi</math>, Wirkungsgrade <math>\eta</math></li> <li>• Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromnetze</li> <li>• Was ist besser: hohe Spannungen und kleine Ströme oder kleine Spannungen und große Ströme?</li> <li>• Wirkstrom, Blindstrom, Scheinstrom und zugehörige Leistungen</li> <li>• Fourier-Analyse periodischer Signale und Möglichkeiten, die Fourier-Analyse in der elektrischen Energietechnik anzuwenden</li> <li>• CAE-Laborübungen</li> <li>• Simulation einfacher elektrotechnischer Schaltungen mit einem CAE-Werkzeug, z. B. mit The MathWorks MATLAB/Simscap oder mit Analog Devices LTspice.</li> <li>• Anwendung der Fourier-Analyse zur Berechnung der elektrischen Leistungen und Energien</li> <li>• Durchgängiges, die Vorlesungen und die CAE-Übungen begleitendes Beispiel: Formula Student Electric</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium</u>: 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen)  <u>Eigenstudium</u>: 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Erarbeitung der Inhalte, die abschließend entweder zu präsentieren oder in Form eines schriftlichen Berichts zu dokumentieren sind)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahoransky, Richard (Hrsg.). Energietechnik: Systeme zur konventionellen und erneuerbaren Energieumwandlung. 9., überarb. u. erg. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2022. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-34831-1">https://doi.org/10.1007/978-3-658-34831-1</a></li> <li>• Ulrich, Helmut und Stephan Ulrich. Laplace-Transformation, Diskrete Fourier-Transformation und z-Transformation Grundlagen und Anwendungen zu Elektrotechnik, Informatik, Kommunikations- und Regelungstechnik. 11. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-31877-2">https://doi.org/10.1007/978-3-658-31877-2</a></li> <li>• Marenbach, Richard, Johann Jäger und Dieter Nelles. Elektrische Energietechnik: Grundlagen, Energieversorgung, Antriebe und Leistungselektronik. 3., aktual. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-29492-2">https://doi.org/10.1007/978-3-658-29492-2</a></li> </ul>
Letzte Änderung	23.10.2023

Laser- und Beugungsoptik	
Kennziffer	EEN5217
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Steffen Reichel
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLM oder PLH/PLK/PLL/PLP/PLR
Lehrsprache	deutsch und englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Besuch der Vorlesung Physikalische Optik und Photonik
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung und Videoexperimente
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studierenden erwerben ein tieferes Verständnis von den der Wechselwirkung von Licht mit Materie. Basierend auf den Grundprinzipien des Lasers werden typische Eigenschaften wie Lichtemission und Lichtabsorption sowie die Lorentz'sche Verstärkungskurve erklärt. Dazu wird auch eine Einführung in die quantenoptische Beschreibung von Licht gegeben. Damit sind einfach Grundzüge für mögliche Quantencomputer bekannt. Diese Wechselwirkung von Licht und Materie sind heute in der Industrie bei Herstellungsprozessen und Kommunikationssystemen nicht mehr wegzudenken. Dazu werden oft Laser verwendet deren Strahl durch Lichtbeugung aufgeweitet wird – die auch detailliert erläutert wird. Die Studierenden erlernen, tiefergehendes Verständnis der Lichteigenschaften um damit die Querschnittskompetenz Optik und Photonik bei derzeitigen State-Of-The-Art informationstechnischen und mechatronischen Systemen verstehen und nutzen zu können. Zu den Studiengangzielen wird damit auch in der Weise beigetragen, dass die Studierenden in der Querschnittstechnologie Optik und Photonik Kompetenz erhalten, erfolgreiche informationstechnische und mechatronische Systeme zu entwickeln und gezielt umzusetzen.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung von Licht und Materie wie beispielsweise beim Laser: Lorentz-Drude Modell (klassisch), Lorentz-Kurve</li> <li>• Quantenmechanische Korrektur des Lorentz-Drude Modells</li> <li>• Grundzüge der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung und Wellenfunktion, Lichtimpuls, De Broglie Wellenlänge Boltzmann'sche Verteilungsfunktion</li> <li>• Lösungen der Schrödinger-Gleichung für den harmonischen Oszillator und Nullpunktsenergie</li> <li>• Ratengleichungen und Einsteinkoeffizient</li> <li>• Beispiele der Beschreibung eines Lasers mittels Propagationsgleichung und Ratengleichung</li> <li>• Lichtbeugung: Fraunhofer- und Fresnel-Beugung</li> <li>• Fresnel-Kirchhoff'sches Beugungsintegral sowie Fraunhofer- und Fresnel-Näherung</li> </ul>

Laser- und Beugungsoptik	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer-Beugung am Einzelspalt</li> <li>• Quantenmechanische Deutung der Beugung am Einzelspalt: Heisenbergsche Unschärferelation</li> <li>• Fraunhofer-Beugung am (realen) Gitter</li> <li>• Fresnel-Beugung am Einzelspalt</li> </ul>
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Das Modul ist verwendbar im Studiengang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Advanced Information Technology</li> <li>• Master Mechatronische Systementwicklung</li> <li>• Master Medizintechnik</li> </ul>
Workload	<u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen/Versuche etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfungsleistung
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studentinnen und Studenten, max. 50 Studentinnen und Studenten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hecht: <i>Optik</i>, Oldenbourg Verlag</li> <li>• Saleh, Teich: <i>Fundamentals of Photonics</i>, Wiley &amp; Sons</li> <li>• Siegman: <i>Lasers</i>, University Science Books, 1986</li> <li>• Hering, Martin, Stohrer: <i>Physik für Ingenieure</i>, 13. Aufl., Springer Vieweg</li> <li>• Holzner: <i>Quantenmechanik für dummies</i>, 3te Auflage, Wiley-VCH</li> <li>• Skript und Präsentation auf Moodle-Kurs</li> </ul>
Letzte Änderung	16.04.2023

## Letztes Semester

Master-Thesis	
Kennziffer	THE 6999
Dozent	Studiengangleitung
Level	Expertenniveau
Credits	30
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLT
Lehrform	Selbststudium, Betreuung durch mindestens eine Professorin oder einen Professor
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung in allen technischen Masterstudiengängen.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Absolventen des Master-Studienganges „Mechatronische Systementwicklung“ müssen in dem jeweiligen Einsatzgebiet in der Lage sein, Aufgaben selbstständig und verantwortlich zu übernehmen. Es wird erwartet, dass die Absolventen die Initiative ergreifen, Chancen erkennen und nutzen. Dazu müssen sie sich kontinuierlich neue Erkenntnisse aneignen, sich in neue Themen einarbeiten und sich neue Methoden zu eigen machen.</p> <p><u>Lernziele:</u></p> <p>Die Master-Thesis ist entwicklungs- und forschungsorientiert. In der Thesis analysiert die oder der Studierende das gewählte Problem, um Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem zu entwickeln und sie gegeneinander abzuwägen. Empfehlungen für das weitere Vorgehen im Unternehmen oder an der Hochschule zum bearbeiteten Problem können ein Ergebnis der Thesis sein.</p> <p>Mit der Thesis weist die oder der Studierende nach, dass sie oder er fachliche Zusammenhänge überblickt, wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden kann und dass sie oder er in der Lage ist, deren Bedeutung und Reichweite für die Lösung komplexer wissenschaftlicher, betrieblicher oder techno-sozio-ökonomischer Problemstellungen zu erkennen.</p> <p>Bei der Anfertigung der Master-Thesis werden insbesondere folgende Fähigkeiten trainiert:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen eine breit angelegte Quellen- und Literaturrecherche durch,</li> <li>• erkennen, was der „Stand der Technik“ ist und wie Lösungen aussehen können, die über diesen Stand der Technik hinausgehen können,</li> <li>• erstellen ein Vorgehensmodell zur Problemlösung,</li> <li>• wählen begründet geeignete wissenschaftliche Methoden aus,</li> <li>• wenden diese Methoden auf das gewählte Praxisproblem an,</li> <li>• begründen fundiert die gefundene Lösung, in der Regel mit einer Aufwand-Kosten-Nutzen-Abschätzung gegenüber bisherigen Lösungen,</li> <li>• dokumentieren die Ergebnisse sprachlich und stilistisch sicher in nachvollziehbarer Weise und vor allem so, dass Leser den »roten Faden« erkennen können und an diesem entlang durch</li> </ul>

Master-Thesis	
	<p>die schriftliche Ausarbeitung geleitet werden, ohne, dass der »rote Faden« Knoten aufweist, und</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können ihre Arbeit in einem Fachvortrag präsentieren und mit der Fachgemeinde diskutieren.</li> </ul>
Workload	<u>Workload</u> : 900 Stunden (30 Credits x 30 Stunden)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Erfolgreiche Absolvierung der Abschlussarbeit sowie Präsentation Umfang der Thesis: typischerweise 60 bis 100 Seiten Vorlagen stehen im eCampus zur Verfügung
Geplante Gruppengröße	Eine Studentin oder ein Student. Hinweis: Gemäß der allgemeinen StuPO der Hochschule Pforzheim, §20 Abs. (6) ist es auch in den Master-Studiengängen zulässig, eine Thesis in Form einer Gruppenarbeit zu bearbeiten. Im Master Mechatronische Systementwicklung ist die maximale Gruppenstärke bei der Bearbeitung eines Thesisthemas zwei Studentinnen und/oder Studenten.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lindenlauf, Frank (ehemaliger Professor der Fakultät Technik der Hochschule Pforzheim). Wissenschaftliche Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften: Ein praxisorientierter Leitfaden für Semester- und Abschlussarbeiten. Wiesbaden: Springer, 2022. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-36736-7">https://doi.org/10.1007/978-3-658-36736-7</a></li> <li>• DIN 5008: Schreib- und Gestaltungsregeln für die Text- und Informationsverarbeitung. In der aktuell gültigen Fassung.</li> <li>• Sandberg, Berit. Wissenschaftlich Arbeiten von Abbildung bis Zitat: Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion. 3., durchg. u. erw. Aufl. München: De Gruyter Oldenbourg, 2017. <a href="https://doi.org/10.1515/9783110514810">https://doi.org/10.1515/9783110514810</a></li> </ul>
Letzte Änderung	23.10.2023