

Modulhandbuch

für den Masterstudiengang

Mechatronische Systementwicklung

SPO 2019
(gültig ab WS 2019/20)

Dokument aktualisiert am 09.02.2023

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	2
ABBKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
LISTE DER MODULE UND MODULVERANTWORTLICHEN.....	4
IDEALTYPISCHER STUDIENVERLAUF	4
ERSTES SEMESTER.....	5
Gehobene Methoden der Modellbildung.....	5
Regelungs- und Antriebssysteme	8
Systementwicklung.....	11
ZWEITES SEMESTER.....	14
Sicherheit und Verantwortung	14
Forschungsprojekt.....	17
Systemmodellierung.....	19
WAHLPFLICHTMODULE	22
Elektrochemische Sensorik.....	22
Seminar Angewandte Optimierung.....	23
Physikalische Optik und Photonik.....	25
Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET	27
Laserbearbeitungsmaschinen.....	28
Qualitätsmethoden	30
Datenmodellierung mit Meta-Formaten.....	31
Interdisziplinäre und virtuelle Zusammenarbeit bei der Entwicklung technischer Systeme.....	33
Konfliktmanagement	35
Intelligente Sensorsysteme.....	38
Perzeption für mobile Robotersysteme	39
Elektrische Energietechnik.....	42
Laser und Beugungstechnik	45
DRITTES SEMESTER	46
Master-Thesis	46

ABBKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CR	Credit gemäß ECTS – System
PLK	Prüfungsleistung Klausur
PLL	Prüfungsleistung Laborarbeit
PLM	Prüfungsleistung mündliche Prüfung
PLP	Prüfungsleistung Projektarbeit
PLR	Prüfungsleistung Referat
PLS	Prüfungsleistung Studienarbeit
PLT	Prüfungsleistung Thesis
PVL	Prüfungsvorleistung
PVL-BP	Prüfungsvorleistung für die Bachelorprüfung
SWS	Semesterwochenstunde(n)
UPL	Unbenotete Prüfungsleistung

LISTE DER MODULE UND MODULVERANTWORTLICHEN

	Modul	Modulverantwortliche/r
1. Semester	Mathematische Modellierung	Pro. Sand
	Regelungs- und Antriebssysteme	Prof. Heidrich
	Wahlpflichtmodul I	Studiengangleitung
	Systementwicklung	Prof. Drath
2. Semester	Sicherheit mechatronischer Systeme	Prof. Drath
	Systemmodellierung	Prof. Simon
	Forschungsprojekt	Studiengangleitung
	Wahlpflichtmodul II	Studiengangleitung
3. Semester	Master Thesis	Studiengangleitung

IDEALTYPISCHER STUDIENVERLAUF

3. Semester	Master Thesis 30 ECTS			
2. Semester	Forschungsprojekt 9 ECTS	Sicherheit mechatronischer Systeme Funktionale Sicherheit (2 SWS / 3 ECTS) Verantwortung in der Systementwicklung (2 SWS / 3 ECTS)	Systemmodellierung Höhere Mechanik (2 SWS / 3 ECTS) Finite Elemente für mechatronische Systeme (2 SWS / 4 ECTS) Labor Systemmodellierung (1 SWS / 2 ECTS)	Wahlpflichtmodul 4 SWS 6 ECTS
1. Semester	Technomathematik Höhere Mathematik (3 SWS / 5 ECTS) Modelica Seminar (2 SWS / 3 ECTS)	Regelungs- und Antriebssysteme Fortgeschrittene Regelungssysteme (2 SWS / 3 ECTS) Antriebssysteme (2 SWS / 3 ECTS) Labor Regelungs- und Antriebssysteme (1 SWS / 2 ECTS)	Systems-Engineering Robotik & KI (2 SWS / 4 ECTS) Systems and Software-Engineering (2 SWS / 4 ECTS)	Wahlpflichtmodul 4 SWS 6 ECTS

ERSTES SEMESTER

Gehobene Methoden der Modellbildung	
Kennziffer	MNS 5220
Modulverantwortlicher	Prof. Sand
Level	Expertenniveau
Credits	8 Credits
SWS	Vorlesung: 3 SWS Seminar: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Mathematische Modellierung: PLK/PLR/PLH (60 Minuten) Modelica Seminar: PLH
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	MNS 5213: Mathematische Modellierung (3 SWS / 5 ECTS) MNS 5214: Modelica Seminar (2 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand (Mathematische Modellierung) Lehrbeauftragte (Modelica Seminar)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	Keine Verwendung in anderen Studiengängen.
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 Anlagen- und Produktdesign sowie auf allen Ebenen der Automatisierung von der Basisregelung über die Produktionsplanung bis hin zur Steuerung von Versorgungsketten auf.</p> <p>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>

Gehobene Methoden der Modellbildung	
	<p>Im Modelica-Seminar werden die in der Mathematischen Modellierung behandelten Beispiele in Simulationsmodelle umgesetzt. Dagingehend bekommen die Studierenden die Möglichkeit, die theoretisch Modellierungskennntnisse in Form der objektorientierten Sprache Modelica umzusetzen und zu testen. Dabei werden die drei Säulen der Mechatronik behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mechanik: Modellierung und Simulation mechanischer Systeme mit der Modelica-Bibliothek: Mechanics (translatorische und rotatorische Systeme) - Elektrotechnik: Modellierung und Simulation elektrotechnischer Systeme mit der Modelica-Bibliothek: Electrics (analoge elektrische Schaltungssimulation) - Informatik: Die Sprache Modelica ist eine C-ähnliche Programmiersprache, mit welcher die Grundzüge der Informatik wiederholt werden können. <p>Durch die Modellierung hybrider Systeme (Elektrik und Mechanik) wird der Multi-Domain Charakter der Mechatronik hervorgehoben (z.B. durch die Modellierung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe mit E-Motor und Kompressor).</p> <p>Als Erweiterung der fachlichen Qualifikationsziele trägt insbesondere das Modelica-Seminar zum zivilgesellschaftlichen Engagement der Studierenden bei. So werden White-Paper-Artikel und Simulationsmodelle zum kostenfreien Gebrauch online gestellt.</p>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Sprachkompetenz: das Modelica-Seminar basiert auf der internationalen Modellierungssprache Modelica. Hierdurch erlernen die Studierenden technische Fachwörter aus den Bereichen „Modellierung & Simulation“, „Elektrik“, „Mechanik“ und „Informatik“. • 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 & vernetzt werden müssen. Durch den seminaristischen Charakter der Veranstaltung wird insbesondere das selbstständige Arbeiten gefördert. • 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. • 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. • Zivilgesellschaftliches Engagement: durch das Verfassen und online-Stellen von White-Paper-Artikeln und erarbeiteten Simulationsmodellen zum kostenfreien Gebrauch können andere Hochschulen und die erarbeiteten Inhalte nutzen. • 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.

Gehobene Methoden der Modellbildung	
Inhalte	<p>Vorlesung Mathematische Modellierung:</p> <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung Mathematischer Programme • Klassifikation & verbreitete Lösungsalgorithmen • Konvexitäts- und Konvergenzeigenschaften • Einführung in GAMS (General Algebraic Modelling System) <p>Anwendungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verschnittprobleme • Kurvenanpassung • Mischungsprobleme • Schaltungsdesign • Anlagenoptimierung • Produktionsfeinplanung in der Fließ- und Werkstattfertigung <p>Modelica Seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die objektorientierte, gleichungsbasierte Modellierungssprache Modelica • Objektorientierte Modellierung technischer Systeme inkl. der objektorientierten Aspekte: Instanzen, Klassen, Vererbung, Abstraktheit • Gleichungsbasierte Modellierung von zuvor in der Vorlesung „Mathematische Modellierung“ behandelten Systemen in Modelica • Definition von Schnittstellen (Potenzialgetriebene Flüsse) am Beispiel der 1-dimensionalen Stromfadentheorie, der Elektrik (elektrisches Potential und elektrischer Fluss) • Anwendungsbeispiele: Modellierung mechatronischer Systeme in Modelica • Verfassen von Online-White-Papern für die kostenfreie Verbreitung des erarbeiteten Wissens und der Simulationsmodelle
Workload	<p><u>Workload</u>: 240 Stunden (8 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium</u>: 75 Stunden (5 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium</u>: 165 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 Modulprüfungen.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 8
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	01.02.2023

Regelungs- und Antriebssysteme	
Kennziffer	EEN 5160
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich
Level	Expertenniveau
Credits	6 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK (90 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Fortgeschrittene Regelungstechnik: Grundlagen der Regelungstechnik (Modellbildung, Stabilität, einschleifige Regelkreise, PI/PID-Regler), Grundlagen der Systemsimulation mit MATLAB/Simulink • Vorlesungen Antriebssysteme: Grundlagen der Gleichstrommaschine
zugehörige Lehrveranstaltungen	EEN 5161: Fortgeschrittene Regelungstechnik (2 SWS / 3 ECTS) EEN 5162: Antriebssysteme (2 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Stefan Hillenbrand (Fortg. Regelungstechnik) Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich (Antriebssysteme)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Keine Verwendung in anderen Studiengängen.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>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.</p> <p>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 und die Methoden des Rapid Control Prototyping kennen und wenden diese selbst an.</p> <p>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 Nutzfahrzeuge, 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 not-</p>

Regelungs- und Antriebssysteme	
	<p>wendige Drehspannungssystem mit einem Umrichter erzeugt werden kann, der aus drei leistungselektronischen Halbbrücken gebildet wird. Abschließend wird gezeigt, wie eine derartige Synchronmaschine auch in der Betriebsart „bürstenlose Gleichstrommaschine“ betrieben werden kann. Spezifische Details der Modellierung werden im Rahmen der zugehörigen Laborveranstaltung vermittelt.</p> <p><u>Lernziele:</u> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Beschreibung dynamischer Systeme im Zustandsraum • können bekannte Systemmodelle (Übertragungsfunktionen) in den Zustandsraum übertragen • können dynamische Systeme im Zustandsraum analysieren, insbesondere auf Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit • können Zustandsregler mit Hilfe der Eigenwertvorgabe oder durch Optimierung (Riccati-Regler) entwerfen • können einen Zustandsbeobachter entwerfen • können kontinuierliche Zustandsraummodelle in zeitdiskrete Modelle überführen und diese analysieren • können zeitdiskrete Zustandsregelungen und -beobachter entwerfen • wissen, was alles mit dem Begriff „feldorientierte Regelung von Synchronmaschinen“ verbunden ist • können ein komplexes Simulationsmodelle für eine feldorientierte Regelung so nutzen und verändern oder erweitern, dass sie anschließend statische Drehmoment-über-Drehzahl-Kennlinien für neue, unbekannte Synchronmaschinen alleine anhand von einigen wenigen Angaben aus dem Maschinendatenblatt erzeugen können
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken: Im Rahmen der automatischen Code-Erzeugung werden die Studierenden dazu angeregt, über Chancen aber auch Grenzen von automatischen Generierungsszenarien nachzudenken. Die Laborversuche fördern dabei das selbstständige Arbeiten der Studierenden, in dem Lösungen für vorgegebene Problemstellung des Reglerentwurfs und der Antriebstechnik mit Synchronmaschinen gefunden werden müssen. • Kommunikationsfähigkeit und (überfachliche) Dialogkompetenz: Durch die Vorstellung der Ergebnisse des Reglerentwurfs – insbesondere in den Laborversuchen – erlernen die Studierenden, wie komplexe Entwurfsmethoden sowie die Rechtfertigung der Resultate vor einem Fachexperten kommuniziert werden.
Inhalte	<p>Vorlesung Fortgeschrittene Regelungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung dynamischer Systeme im Zustandsraum • Aufstellen der Zustandsgleichungen • Linearisierung • Lösung der Zustandsgleichungen • Analyse: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit • Zustandsregler mit Polvorgabe

Regelungs- und Antriebssysteme	
	<ul style="list-style-type: none"> • Riccati-Regler (Optimierung eines Gütemaßes) • Zustandsbeobachter • zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung • zeitdiskreter Zustandsregler • zeitdiskreter Beobachter <p>Vorlesung Antriebssysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht zu Antriebssystemen. Typische Drehmoment-über-Drehzahl-Kennlinien geregelter Antriebssysteme. • Gleichstrommaschinen mit Feldwicklungen: Allgemeine Spannungsgleichung elektrischer Maschinen, Feldschwächung. • Einführung von Synchronmaschinen • Umrichter-gespeiste Drehstrom-Synchronmaschinen mit Regelung in Feldkoordinaten: <ul style="list-style-type: none"> - Stränge und Verschaltung der Stränge in Stern oder in Dreieck. - 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. - Dynamisches Modell in (u-v-w) und in (d-q) Koordinaten - Drehmoment: Maschinen ohne ausgeprägte Reluktanz (z. B. mit oberflächenmontierten Permanentmagneten) und Maschinen mit ausgeprägter Reluktanz (z. B. Maschinen mit vergrabenen Magneten) - Basisraumzeiger für Umrichter, die aus drei leistungselektronischen Halbbrücken gebildet werden. - Grundprinzip der feldorientierten Regelung: Drehmomenterzeugung vor allem über den q-Strom, Feldschwächung über den d-Strom • Bürstenlose Gleichstrommaschinen (BLDC): eine besondere Betriebsart von 3-phasigen Synchronmaschinen mit integrierten Rotorwinkelsensoren. Dynamisches Modell und Feldschwächung für bürstenlose Gleichstrommaschinen. Vergleich mit der feldorientierten Regelung.
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 Modulklausur
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	13.02.2023

Systementwicklung	
Kennziffer	CEN 5140
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath
Level	Berufsqualifizierendes akademisches Niveau
Credits	8 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Systems and Software Engineering: PLK (60 Minuten) o. PLM Robotik und Künstliche Intelligenz: PLK (60 Minuten) o. PLM
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	CEN 5132: Systems and Software Engineering (2 SWS / 4 ECTS) CEN 5141: Robotik und KI (2 SWS / 4 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath (Systems und Software Eng.) Prof. Dr.-Ing. Norbert Schmitz (Robotik und KI)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Systems and Software Engineering: Vorlesung Robotik & KI: Vorlesung und Labor
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung des Moduls im Masterstudiengang Embedded Systems
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen die Methoden des Systems und Software Engineering für die Entwicklung und den Betrieb mechatronischer Systeme kennen. • Die Studierenden lernen Grundlagen der künstlichen Intelligenz und deren Anwendung in der mobilen Robotik. <p><u>Lernziele:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden • kennen die Grundlagen, Schwierigkeiten und Komplexitätsarten des Systems-Engineering, • lernen das Denken in Systemen, • erhalten einen Einblick in das Engineering der Zukunft, • kennen verbreitete Vorgehensmodelle für das System-Engineering mechatronischer Systeme, • kennen Konzepte funktionaler und technischer Architektur und können eine solche mit den adäquaten Mitteln (z.B. UML) entwerfen und beschreiben, • kennen Methoden zur Anforderungsentwicklung und Modellbildung und können diese auf konkrete Problemstellungen anwenden, • 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.

Systementwicklung	
	<ul style="list-style-type: none"> • können Methoden der Objektorientierung im Systems-Engineering anwenden • beherrschen Methoden des signalorientierten sowie des funktionalen Engineerings sowie zur Beurteilung der Offenheit von Engineering-Systemen • kennen aktuelle Trends im System-Engineering: Messung von Engineering-Effizienz, Engineering im Industrie 4.0 Kontext, OPC-UA, Modular Automation sowie Cloud-Lösung für die Engineering-Collaboration • die Anforderungen an die Validierung und Verifikation mechatronischer Systeme beim Entwurf und in der Produktion und können V&V-Konzepte für gegebene Systeme entwerfen. • die entwicklungsbegleitenden Prozesse (z.B. Risikomanagement, Konfigurationsmanagement, Qualitätsmanagement) und können die Grundkonzepte in konkreten Aufgabenstellungen anwenden. • die Struktur, die Komponenten und die Funktionsweise von neuronalen Netzen. • die verschiedenen neuronalen Netzwerkklassen wie RNN, CNN und Attention Networks. • die Grundlagen mobiler Roboter im Innen und Außenbereich. • verschiedene Anwendungen neuronaler Netze im Bereich der mobilen Roboter.
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken: die Studierenden erlernen eine kritische Auseinandersetzung mit möglichen Vorgehensmodellen der Entwicklung mechatronischer Systeme. So müssen ggf. lehrbuchmäßige Modelle kritisch hinterfragt und projektspezifisch adaptiert werden. Die selbstständige Weiterentwicklung der Vorgehensweisen wird gefördert. • Kommunikationsfähigkeit und (überfachliche) Dialogkompetenz: die Studierenden erlernen im Planspiel die Darlegung von komplexen Sachverhalten in einer Gruppe. So müssen Planungsszenarien mit anderen Teammitgliedern diskutiert und zusammengeführt werden. • Soziale und didaktische Kompetenz: Durch den gruppenarbeitsbasierten Charakter werden die Studierenden zum Austausch und zur Vermittlung ihrer Kenntnisse untereinander angeleitet. • Sicherheitsdenken: Die im Masterstudium verankerte Spezialisierung auf die Entwicklung <u>sicherer</u> mechatronischer Systeme wird unmittelbarer Bestandteil der VL Systems & Software-Engineering. So erlernen die Studierenden über die fachlichen Kompetenzen hinausgehende Denkweisen, welche die Sicherheit der Systeme als zentralen Punkt in der Entwicklung sehen. • 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.
Inhalte	<p>Vorlesung Systems und Software Engineering: Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffe und Denkweise

Systementwicklung	
	<ul style="list-style-type: none"> • System-Engineering im Lebenszyklus mechatronischer Systeme, heute versus morgen <p>Methoden des Systems-Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung und Anforderungsentwicklung • Entwurf von funktionaler und technischer Architektur mechatronischer Systeme • Modellbasiertes Engineering, Methoden und Werkzeuge der modellbasierten System- und Software-Entwicklung (MIL, SIL, PIL, HIL, RCP) • Vorgehensmodelle nach VDI oder SCRUM • Funktionales Engineering versus signalorientiertes Engineering • Verifikation und Validierung <p>Die Zukunft des System-Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methode zur Messung der Engineering-Effizienz • Anforderungen aus der Digitalisierung, Beispiele aus der Industrie • Neue Kommunikationsmethoden für komplexe industrielle Systeme • Modular Automation als Methodik zur Entwicklung strukturvariabler mechatronischer Systeme • Cloud-Lösungen für die Engineering-Kollaboration <p>Robotik und Künstliche Intelligenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Konzeption von mobilen Robotern • Antriebssysteme und Aktoren • Steuerungsarchitekturen für Roboter • Sensoren und Sensorsysteme für die Navigation mobiler Fahrzeuge • Lokalisierung und Kartierung von Robotern • Einführung in die künstliche Intelligenz • Modellierung von neuronalen Netzwerken • Einführung von Netzwerkstrukturen und Netzwerkklassen • Anwendungen von Neuronalen Netzen in der mobilen Robotik
Workload	<p><u>Workload:</u> 240 Stunden (8 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium:</u> 180 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
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 8
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	16.05.2019

ZWEITES SEMESTER

Sicherheit und Verantwortung	
Kennziffer	MEC 5130
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath
Level	Berufsqualifizierendes akademisches Niveau
Credits	6 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Funktionale Sicherheit: PLK (60 Minuten) Verantwortung in der Systementwicklung: aktive Mitarbeit (z.B. veranstaltungsbegleitende Rechercheaufgaben) + PLR
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	MEC 5031: Funktionale Sicherheit (2 SWS / 3 ECTS) MEC 5032: Verantwortung in der Systementwicklung (2 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath (Funktionale Sicherheit) Prof. Dr. Jasmin Mahadevan (Verantwortung in der Systementwicklung)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Funktionale Sicherheit: Vorlesung Verantwortung in der Systementwicklung: Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung der Vorlesung Technik- und Produkthaftungsrecht in den Masterstudiengängen Produktentwicklung und Embedded Systems.
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Funktionale Sicherheit: 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.</p> <p>Verantwortung in der Systementwicklung:</p>

Sicherheit und Verantwortung	
	<p>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 er-probt</p>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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. • Kritische Argumentation: die Studierenden erlernen die argumentative Durchsetzung von z. T. kostspieligen Funktionen zu Gunsten der Sicherheit.
Inhalte	<p>Vorlesung Funktionale Sicherheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe und Bedeutung der Funktionalen Sicherheit • Wichtige Normen und Standards (IEC 61508 sowie Segmentnormen) • Methoden zur Gefährdungsanalyse und Fehleraufdeckung • Maßnahmen zur Risikominderung • Sicherheitsgerichteter Entwicklungsprozess auf Basis des Lebenszyklusmodells • Fehlerarten sowie Methoden zu ihrer Beherrschung und ggf. Vermeidung • Sicherheitstechnische Parameter und ihre Berechnung • Sicherheitstechnische Architekturprinzipien • Methoden zur Entwicklung sicherheitsrelevanter Software • Zertifizierungsgerechte Dokumentation der Entwicklung • Erläuterung anhand von Praxisbeispielen <p>Vorlesung Verantwortung in der Systementwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ethische Dimensionen der Technikentwicklung • Gesellschaftliche, kulturelle und soziale Verantwortung in der Technikentwicklung • Responsible Research and Innovation (RRI) • Nachhaltigkeit und Technikentwicklung • Verantwortung und Einsatz von Technik • Technikwahrnehmung, technisches Wissen und Techniknutzung in der Gesellschaft
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>

Sicherheit und Verantwortung	
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiche Absolvierung des Labors.
Literatur	Seminarmaterialien: <ul style="list-style-type: none"> Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt) Grundlagentext: <ul style="list-style-type: none"> Heidbrink, L.; Langbehn, C. und Loh, J. (Hrsg.) (2017), <i>Handbuch Verantwortung</i>, Springer. (als e-book über die Hochschulbibliothek erhältlich)
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	16.05.2019

Forschungsprojekt	
Kennziffer	MEC 5080
Modulverantwortlicher	Studiengangleitung
Level	Expertenniveau
Credits	9 Credits
SWS	2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLP
Lehrsprache	englisch
zugehörige Lehrveranstaltungen	Projektarbeit
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Ein vorzugsweise an der HS stattfindendes Projekt
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung des Moduls im Masterstudiengang Produktenwicklung
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Absolventen können Aufgaben übernehmen und auch inhaltlich verantworten, die Fachkenntnisse mechatronischer Systeme erfordern. • Viele derartiger Aufgaben werden heutzutage interdisziplinär und oft international zusammengesetzten Teams bearbeitet. Somit kann die Situation entstehen, dass die jeweiligen komplexen technischen Zusammenhänge zielgruppengerecht erklärt werden müssen. Zudem kann es notwendig sein, Teammitgliedern mit nicht vorhandenem oder mit unterschiedlich ausgeprägtem technischen Wissen Zusammenhänge erläutern zu müssen. Diese schließt auch die Fähigkeit ein, mit allen Stakeholdern angemessen sprechen zu können, insbesondere auch mit den Entscheidern oder den künftigen Nutzern der mechatronischen Systeme. <p><u>Lernziele:</u> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können sich in ein abgegrenztes Themengebiet zu mechatronischen Systemen einarbeiten • verstehen die Begrifflichkeiten und Zusammenhänge zu diesem Thema und können Bezüge zu anderen Themen herstellen und gegeneinander abgrenzen • erwerben an einem bestimmten Beispiel Erfahrung in Bezug auf die Komplexität, die Analyse und den Design-Prozess im Bereich der mechatronischen Systeme • wenden bei der Bearbeitung die erlernten Methoden des Projektmanagements und bei der Präsentation die erlernten Methoden der Kommunikation an • können ihre Arbeitsergebnisse in Englisch dokumentieren, in Englisch präsentieren und zielgruppengerecht in Englisch diskutieren.
Workload	<u>Workload:</u> 270 Stunden (9 Credits x 30 Stunden)

Forschungsprojekt	
	<u>Präsenzstudium</u> : 30 Stunden (2 SWS x 15 Wochen) Eigenstudium und Fallstudien: 240 Stunden
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Modulprüfung
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 9
Letzte Änderung	09.02.2023

Systemmodellierung	
Kennziffer	MEC 5120
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Marcus Simon
Level	Expertenniveau
Credits	9 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS Labor: 1 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Vorlesungen: PLK (90 Minuten) Labor: UPL
Lehrsprache	Deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Höhere Mechanik: Grundlagen der Mechanik (Statik, Festigkeitslehre und Dynamik) • Vorlesung FE für mechatronische Systeme: Matrizenrechnung, Differentialgleichungen, Grundlagen der Mechanik und Festigkeitslehre
zugehörige Lehrveranstaltungen	MEC 5024: Höhere Mechanik (2 SWS / 3 Credits) MEC 5025: FE für mechatronische Systeme (2 SWS / 4 Credits) MEC 5023: Labor Systemmodellierung (1 SWS / 2 Credits)
Dozenten/Dozentinnen	Höhere Mechanik: Prof. Dr.-Ing. Simon FE für mechatronische Systeme: Prof. Dr.-Ing. Ingolf Müller
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesungen Labor
Verwendbarkeit des Moduls	Keine Verwendung in anderen Studiengängen.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden erlernen leistungsfähige Verfahren zur dynamischen Analyse von Mehrkörpersystemen. Im ersten Abschnitt der Vorlesung werden intensiv die Grundlagen der Kinematik erarbeitet. Der zweite Teil der Veranstaltung behandelt verschiedene Verfahren zum Herleiten von Bewegungsgleichungen von Mehrkörpersystemen. Die Vorlesung FE für mechatronische System gibt einen Einblick in Vorgehensweise, Annahmen, Modellgrenzen und praktische Umsetzung der Modellierung von Feldproblemen aus Strukturmechanik, Wärmelehre, Elektrotechnik und Magnetismus.
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Sprachkompetenz: Im Rahmen der FEM werden spezifische Fachtermini der Systemmodellierung erlernt und können überfachlich im Sprachgebrauch der Studierenden Anwendung finden. • Selbständiges, kritisches und vernetztes Denken: Die Finite Elemente Methode wird in mehreren Domänen angewendet und hilft so die zunächst unterschiedlich anmutenden Bereiche: Elektrotechnik, Strukturmechanik, Akustik und Thermodynamik miteinander in Beziehung zu setzen. Die Optimierung eines

Systemmodellierung	<p>Sachverhalts, z.B. der Struktur kann Auswirkungen auf die Akustik haben und umgekehrt. Hierbei erlernen die Studierenden ein vernetztes Denken. Kritische Aspekte werden erlernt, indem ein lokales Optimum gegenüber einem globalen Optimum diskutiert wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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.
Inhalte	<p>Vorlesung Höhere Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Beschreibung mechanischer Systeme mit Bindungen • Räumliche Kinematik des einzelnen starren Körpers, Drehmatrizen, inverse Kinematik • Räumliche Kinetik starrer Körper (Impuls- und Drehimpulssatz) • Analytische Mechanik starrer Körper (Lagrange'sche Gleichungen für räumliche Systeme) • Einführung Schwingungsmechanik (Schwingungssystem mit einem und mehreren Freiheitsgraden) • Einführung Rotordynamik (Starrer Rotor, Laval-Rotor) <p>Vorlesung Finite Elemente für mechatronische Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung und Verständnis der Feldgleichungen für strukturmechanische Probleme anhand der Elastizitätstheorie für statische Probleme • Spannungen, Verzerrungen, Materialgesetze • Analytische Lösungen für Randwertprobleme • Räumliche und ebene Probleme; Spannungskonzentrationen • Arbeitsprinzipien und Variationsrechnung in der Elastizitätstheorie; Ritz'sches Verfahren • Grundlagen der Finite Elemente Methode; Lösungsverfahren; Stab-, Balken- und Scheiben-Elemente; Randbedingungen; Konvergenz; Approximationsverhalten • Anwendungsgebiete: Strukturmechanik, Elektromagnetismus, Thermodynamik <p>Labor Systemmodellierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechenübungen für ausgewählte Probleme der Strukturmechanik • Einführung in FE-Werkzeuge (z.B. Ansys) • Rechnerübungen für Probleme der Strukturmechanik, Elektromagnetismus, Thermodynamik mit gängigen Tools
Workload	<p><u>Workload:</u> 270 Stunden (9 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 75 Stunden (5 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium:</u> 195 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>

Systemmodellierung	
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Modulprüfungen sowie erfolgreiche Absolvierung des Labors.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 7
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	14.02.2023

WAHLPFLICHTMODULE

Elektrochemische Sensoren	
Kennziffer	MEC 5215
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Alexander Hetznecker
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Keine Verwendung in anderen 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"> • Thermodynamische Grundlagen • Grenzflächen- und Halbzellenpotential • pH-Sensorik • Ionensensitive Sensoren • Grundlagen der Katalyse • Gas-Sensorik (O₂, CO, NO_x etc.) • Alternative Messverfahren • Partikelmesstechnik • Abgas- und Rauchgasnachbehandlung
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. 15 Studierende
Letzte Änderung	14.02.2023

EC5233 – Seminar Angewandte Optimierung	
Kennziffer	MEC 5233
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand
Level	Expertenniveau (Master)
Credits	3 Credits
SWS	2
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR, ca. 30 Minuten
Lehrsprache	deutsch und 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 Literaturarbeit und trainieren ihr technisches Englisch.</p> <p><u>Lernziele:</u> Die Studierenden lernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wissenschaftliche Aufsätze mit Hilfe eines Literaturverwaltungssystems systematisch auszuwerten, • sich aktuelle Forschungsarbeiten unter Anleitung systematisch zu erschließen und • Forschungsergebnisse zielgruppengerecht auf Englisch zu präsentieren. <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"> 1. Optimization and climate change 2. Optimization in health systems 3. Optimization and machine learning 4. Uncertainty in optimization
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)</p>
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	(keine)
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden <u>Präsenzstudium:</u> 30 Stunden <u>Eigenstudium:</u> 60 Stunden (Hausarbeiten in Gruppen inklusive Vorbereitung des Referats)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestehen der Prüfung

EC5233 – Seminar Angewandte Optimierung	
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung 3
Geplante Gruppengröße	ca. 12 Studierende
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Do, You, Chung & Kim (2023): Superstructure optimization model for design and analysis of CO2-to-fuels strategies. Computers & Chemical Engineering, in Press. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2023.108136 2. Bayram, Solak, Harmanli, Cesaret (2023): Selecting a winning team: Management of surgical team composition in robotic surgery. Computers & Industrial Engineering 175. DOI: 10.1016/j.cie.2022.108819 3. Gupta & Zhang (2022): Efficient learning of decision-making models: A penalty block coordinate descent algorithm for data-driven inverse optimization. Computers & Chemical Engineering 170. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.108123 4. Yeardeley, Ejeh, Allen, Brown & Cordiner (2022): Integrating machine learning techniques into optimal maintenance scheduling. Computers & Chemical Engineering 166. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.107958 5. Kim & Maravelias (2022): Data-based Approach to Predict Feasibility and Computational Requirement for Chemical Production Scheduling. IFAC-PapersOnLine 55 (7). DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.07.547 6. Cho, Won, Han, Kim, Youa & Kim (2018): An optimization-based design and analysis of a biomass derived hydrogen energy system. Computer Aided Chemical Engineering 44. DOI: 10.1016/B978-0-444-64241-7.50257-3 <p>Gupta & Maravelias (2019): Online Scheduling: Understanding the Impact of Uncertainty. IFAC-PapersOnLine 52 (1). DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.06.149</p>
Letzte Änderung	08.01.2023

Physikalische Optik und Photonik	
Kennziffer	MEC 5217
Dozent	Prof. Prof. Dr.-Ing. Steffen Reichel
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLM
Lehrsprache	Deutsch, Englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Optik
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 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"> • Licht und Polarisation (Polarisatoren, Lambda/4 und Lambda/2 Platte, Optischer Isolator) • Interferenz (Zwei-Strahl-Interferenz, Michelson Interferometer sowie Mehrstrahlinterferenz) • Beugung (Fraunhofer und Fresnel-Beugung) • Wechselwirkung Licht und Materie • Grundlagen des optischen Verstärkers • Grundlagen des Lasers • Aufbau eines Lasers und dessen Bauelemente • Moden (longitudinal und transversal) des Lasers, sowie Laserspektrum
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 Prüfung

Physikalische Optik und Photonik	
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Hecht: <i>Optik</i>, Oldenbourg Verlag• Siegman: <i>Lasers</i>, University Science Books
Letzte Änderung	01.02.2023

Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET	
Kennziffer	MEC 5218
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Sascha Seifert
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP
Lehrsprache	Englisch oder Deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse in objektorientierter Programmierung Empfehlenswert: Grundlagenvorlesung: C# Programmierung
Lehrform	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung im Masterstudiengang Embedded Systems.
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"> • Programmierung mit C# und .NET • Native, mobile Anwendungsentwicklung am Beispiel Android • Architekturen verteilter Anwendungen • Cloud-Dienste für Storage und Compute • Frontend/Backend-Kommunikation
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. 15 Studierende
Letzte Änderung	18.10.2016

Laserbearbeitungsmaschinen	
Kennziffer	MEC 5211
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Roland Wahl
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP
Lehrsprache	deutsch
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 Laserbearbeitungs-maschine 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"> • Laserstrahlerzeugung, relevante Laserstrahleigenschaften, Führung und Fokussierung von Laserstrahlen, Absorption, Strahldiagnostik. • Verfahrenstechniken der wichtigen Lasermaterialbearbeitungsprozesse. • Ableitung wesentlicher erforderlicher Funktionseigenschaften von Laserbearbeitungsmaschinen aus der Verfahrenstechnik der Laserprozesse. • Mechatronischer Aufbau von Laserbearbeitungsmaschinen zur Ermöglichung hoch-dynamischer Bearbeitung. • Mechatronische Systeme zur Überprüfung bzw. Sicherstellung hoher Qualitäten von Laserbearbeitungen.
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 Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	13.09.0216

Qualitätsmethoden	
Kennziffer	MEC 5222
Dozent	Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Bauer
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesung: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Technische Grundkenntnisse, mathematischen Grundkenntnisse
Lehrform	Vorlesungen und Hausarbeit (Gruppenarbeit)
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"> • Zuverlässigkeit: Ausfallverhalten von Komponenten, Ausfall-dichtefunktion, Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit, Überlebenswahrscheinlichkeit und der Ausfallrate • Systemzuverlässigkeit nach der Booleschen Theorie • Übersicht Quality Engineering Methoden • Quality Function Deployment (House of Quality). Hausarbeit zu einer konkreten Problemstellung. • Europäische Maschinenrichtlinie • Statistische Versuchsplanung (Design of Experiments): vollfaktorielle Versuchsplanung, teilfaktorielle Versuchsplanung, statistische Bewertung von Ergebnissen. • Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) • Optional: Analyse und Produktvalidierung, Umwelterprobung
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 Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	12.02.2023

Datenmodellierung mit Meta-Formaten	
Kennziffer	MEC 5224
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP, PLH
Lehrsprache	deutsch
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"> • kennen und verstehen das Wertpotential elektronischer Strukturmodelle technischer Systeme und ihre Schwierigkeiten. • 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 • 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 • lernen wie man mit AutomationML Anforderungsmodelle, Typmodelle und Instanzmodelle abbilden kann • 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 • Lernen die Grundzüge des Programmierens • Das Seminar besteht aus Vorlesungen und praktischen Übungen, in denen Sie das händische Modellieren, aber auch das

Datenmodellierung mit Meta-Formaten	
	automatische Erzeugen und Auswerten von AutomationML-Dateien üben.
Inhalte	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daten sind das neue Öl: über den Wert elektronischer Strukturmodelle • Methoden der Datenmodellierung: vom Modell zum Metamodell (und die Motivation dahinter) • Metamodellierung als Methodik zur Beherrschung der Komplexität bei der Modellierung technischer Systeme <p>Metamodellierung mit AutomationML</p> <ul style="list-style-type: none"> • AutomationML als Beispiel eines Meta-Datenformates, • Bedeutung, Anwendungsbeispiele in der Industrie und an der Hochschule Pforzheim • AutomationML: Architektur und Konzepte • Software-Werkzeuge der AutomationML-Community • Händisches Modellieren mit AutomationML: Klassen, Instanzen, Topologien • Anwendung von Strukturmodellen: Anforderungsmodelle, Typmodelle, und Instanz-Modelle • AutomationML-Konzepte (Basis/Erweitert) • Bedeutung von AutomationML im Kontext von Industrie 4.0 und der Digitalisierung <p>Programmierung mit AutomationML</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfachheit: wie die AutomationML community das Programmieren von AutomationML vereinfacht hat (Zielgruppe: Anfänger) • Musterlösungen für das effiziente Programmieren von Ex- und Importern für AutomationML-Dateien <p>Workflow</p> <ul style="list-style-type: none"> • AutomationML im Kontext heterogener Werkzeuglandschaften • Wie man die Standardisierung von Semantiken beschleunigt. • Best Practices: Rezepte für die Anwendung von AutomationML
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 Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 12 Studierende
Letzte Änderung	11.05.2019

Interdisziplinäre und virtuelle Zusammenarbeit bei der Entwicklung technischer Systeme	
Kennziffer	MEC5227
Verantwortlicher	Prof. Dr. Jasmin Mahadevan
Level	Einsteiger
Credits	3 Credits
Präsenzzeit	2 SWS
Studiensemester	1
Häufigkeit	Im Wintersemester
Dauer der Lehrveranstaltung	Blockveranstaltung
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	aktive Mitarbeit + Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
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"> • kennen und verstehen die Prinzipien und Anforderungen standortübergreifender und virtueller technischer Zusammenarbeit • kennen und verstehen die Prinzipien und Anforderungen interdisziplinärer und interkultureller technischer Zusammenarbeit
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerung der Einflussfaktoren globaler Teams (Distanz, Kultur und Wissensverteilung) • Kommunikation über Distanz • Virtuelle und augmented reality (technische Hilfsmittel bei Kommunikation über Distanz) • Steuerung von Wissensarbeit und Formen der Zusammenarbeit (z.B. Entwicklungsteams) • Kulturelle Unterschiede in globalen Teams • Schnittstellenproblematiken im Unternehmen
Workload	<p><u>Workload:</u> 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 12 Stunden (2 Tage x 6 Stunden)</p> <p><u>Eigenstudium und Fallstudien:</u> 78 Stunden</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Lehrveranstaltungsprüfung

Interdisziplinäre und virtuelle Zusammenarbeit bei der Entwicklung technischer Systeme	
Geplante Gruppengröße	25 Studierende
Literatur	<p>Seminarmaterialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> deutsch- und englischsprachige Arbeitsmaterialien (werden bereitgestellt) <p>Pflichtlektüre:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.
Letzte Änderung	01.02.2023

Konfliktmanagement	
Kennziffer	MEC5228
Dozent	Prof. Dr. Andrea Wechsler
Level	Berufsqualifizierendes akademisches Niveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR/PLH/PLP
Lehrsprache	Deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Seminaristischer Unterricht, interaktives Lehrgespräch mit praxisorientierter Einübung der Lehrinhalte
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele:</u></p> <p>Rechts- und Fachkenntnisse 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>Konfliktlösungskompetenz 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>Kommunikationsfähigkeit 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>Inhaltliche Schwerpunkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhandlungs- und Konfliktforschung (Grundlagen, Definitionen (z.B. Konfliktarten), beteiligte Disziplinen, Theorien (u.a. Spieltheorie), Konflikt- und Verhandlungswissenschaft, Kommunikationswissenschaft, Forschung und Literatur Feld- und Systemorientierung in der Mediation) • Persönlichkeitstypen (Wahrnehmung, Persönlichkeitstypen, Kommunikationsmuster)

Konfliktmanagement	
	<ul style="list-style-type: none"> • Konfliktmoderation und -management (Konflikteskalationsstufen und ihre Theorien, Grundmodelle der Konfliktbearbeitung und Konfliktlösung, Übersicht Verfahrensarten von Coaching über alternative Konfliktlösung zu Gerichtsverfahren) • Die Wirtschaftsmediation (Rechtliche Grundlagen, Die Mediation als strukturierte Konfliktlösung, Der Mediator und sein Methodenkoffer, Prinzipien der Mediation, Phasen der Mediation) • Professionelles Verhandeln (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) • Kommunikationstechniken (Kommunikationsmodelle, Kommunikationsprobleme, Gewaltfreie Kommunikation, Kommunikationstechniken in komplexen Kommunikationsprozessen) • Verhandeln und Konfliktmanagement im Spannungsfeld der Manipulation (Definition der Manipulation, Manipulation und verantwortliches Handeln, Typische Manipulationsstrategien, Elegante Abwehrtechniken, Argumentationsfallen und Scheinargumente) • Konfliktmanagement in Organisationen (Anwendungsfelder für Wirtschaftsmediation, Voraussetzungen für den Erfolg von Wirtschaftsmediation, Chance durch Mediation: Streitkultur entwickeln, Wirtschaftsmediation als Teil eines Konfliktmanagementsystems) • Konfliktlösung als Führungs- und Teamaufgabe (Konfliktlösung in agilen Teams, Richtig kritisieren und Feedback geben, Die Führungskraft als Konfliktmoderator, Konfliktkultur bei Entscheidungsprozessen, Kommunikation von Konflikten) • Mobbing (Erscheinungsformen, Rechtsrahmen, Lösungsoptionen) • Internationales Konfliktmanagement (Barrieren internationaler Verhandlungen, Kulturelle Einflussfaktoren/ Verhandlungsstile, Kulturelle Werte, Unterschiede in den Verhandlungsstrategien)
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 Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Fisher, Roger/Ury, William/Patton, Bruce, Das Harvard Konzept, 24. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt/Main 2013 • Kunkel, Agnes/Bräutigam, Peter/ Hatzelmann, Elmar, Verhandeln nach Drehbuch, Aus Hollywood-Filmen für eigene Verhandlungen lernen, Heidelberg 2006

Konfliktmanagement	
	<ul style="list-style-type: none"> • Reuthal, Klaus-Peter/ Reinhardt, Harry, Der selbstständige Mensch und die Konstruktion seiner eigenen Welt: Eine andere Einführung in die Systemtheorie, 2013 • Horstmeier, Gerrit, Das neue Mediationsgesetz, Einführung in des Mediationsgesetz für Mediatoren und Medianten, 2012 • Eidel/Tybusseck (Hrsg.), Konflikte lösen – Verhandeln unter Stress; Haufe
Letzte Änderung	09.07.2019

Intelligente Sensorsysteme	
Kennziffer	MEC5229
Dozent	Prof. Dr. Norbert Schmitz
Level	Berufsqualifizierendes akademisches Niveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLM/PLK
Lehrsprache	Deutsch
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	Sensorsysteme <ul style="list-style-type: none"> • optische Encoder • Laserscanner • Kameras / Wärmebildkameras • Tiefenbildkameras • Inertialsysteme • Radarsensoren • Ultraschallsensoren Datenverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Formatierung, Übertragung, Speicherung von Daten • Datenanalyse mit Hilfe der künstlichen Intelligenz
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, Selbststudium, Erstellung der Präsentation oder der schriftlichen Ausarbeitung / Hausarbeit oder Projektdurchführung (Hausaufgabe)).
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Nicolaus Correll, Bradley Hayes, et. al; Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms; MIT Press; 2022
Letzte Änderung	13.03.2023

Perzeption für mobile Robotersysteme	
Kennziffer	MEC5231
Dozent	Nina Felicitas Heide, M.Sc.
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 1,5 SWS Hausaufgaben aus der Vorlesung, Vor- und Nachbereitung: 1,5 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: C-Programmierung
Lehrform	Vorlesungen, theoretische Übungen und Übungen 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></p>

Perzeption für mobile Robotersysteme	
	<p>Die Perzeption von Robotern, welche die Perzeption für autonome Systemen miteinschließt, ist die Grundlage für die ferngesteuerte oder autonome Navigation eines Systems in seiner Anwendungs-umgebung 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.</p> <p>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 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"> • Einführung in die mobile Robotik mit Realbeispielen aus der angewandten Forschung <ul style="list-style-type: none"> • Plattformen, Sensoren und Sensordaten • Software für mobile Roboter (ROS, Verarbeitungspipeline von Sensoren bis Regelung, etc.) • Was ist Perzeption und wozu dient Sie? • Arbeitsumgebungen: Strukturierte vs. unstrukturierte Umgebungen • Stereo Vision <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Stereoverfahren (ohne KI-Einsatz) • KI-basierte Stereoverfahren • Unterschiede, Vor- und Nachteile und Kombinationsmöglichkeiten beider Welten • Kalibrierung von Multisensorsystemen zur Perzeption <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Grundlagen zur Kalibrierung, Kalibrierung über Registrierung der Sensordaten • Registrierung von Kamerabildern (2D) auf Punktwolken (3D) • Registrierung von Cross-Source Punktwolken verschiedener Sensoren (LiDAR, Stereo) • Klassische 2D-3D und 3D-3D Registrierung • 2D-3D und 3D-3D Registrierung mit neuronalen Netzen • KI und Daten <ul style="list-style-type: none"> • Bekannte Datensätze • Auswahl geeigneter Trainings- und Testdaten: Wie unterscheiden sich gute Daten von schlechten Daten – abhängig vom Anwendungszweck? • Aufnahme eigener Daten • Segmentierung <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Segmentierungsverfahren

Perzeption für mobile Robotersysteme	
	<ul style="list-style-type: none"> • Semantische Segmentierung • Transparenz und Erklärbarkeit von KI-Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Was ist Transparenz? Was ist Erklärbarkeit? • Transparenz und Erklärbarkeit im Kontext der industriellen Anwendung <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren aus der aktuellen Forschung • Anwendungsbeispiele zur Erklärbarkeit von KI • Einblick in die angewandte Forschung am Fraunhofer IOSB <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellen ausgewählter Forschungsprojekte • Kompetenzzentrum »Robotersysteme für die Dekontamination in menschenfeindlichen Umgebungen« - ROBDEKON
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 Lehrveranstaltung, Selbststudium, Bearbeitung des Assignments und Präsentation mit den Ergebnissen des Assignments oder Vorbereitung der mündlichen Prüfungsleistung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	15.03.2023

Elektrische Energietechnik	
Kennziffer	EEN5169
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich
Level	Einstiegsniveau
Credits	3 Credits
SWS	2 SWS
Studiensemester	1. oder 2. Semester
Häufigkeit	bei Bedarf und Interesse der Studenten und Studentinnen semesterweise
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR, PLH
Lehrsprache	deutsch
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 $\cos \varphi$ und Wirkungsgrad η 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 Ladegeräte 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 des die Vorlesungen und die 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 allgemeineres Verständnis für elektrische Energietechnik erworben worden sein. Das für alle ingenieurwissenschaftliche Bereich</p>

Elektrische Energietechnik	
	<p>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 Studentinnen 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"> • Elemente der elektrischen Energietechnik <ul style="list-style-type: none"> • Kenngrößen: Energie, Leistung, Spannung, Strom, Leistungsfaktor $\cos \varphi$, Wirkungsgrade η • Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromnetze • Was ist besser: hohe Spannungen und kleine Ströme oder kleine Spannungen und große Ströme? • Wirkstrom, Blindstrom, Scheinstrom und zugehörige Leistungen • Fourier-Analyse periodischer Signale und Möglichkeiten, die Fourier-Analyse in der elektrischen Energietechnik anzuwenden • CAE-Laborübungen <ul style="list-style-type: none"> • Simulation einfacher elektrotechnischer Schaltungen mit einem CAE-Werkzeug, z. B. mit The MathWorks MATLAB/Simscape oder mit Analog Devices LTspice. • Anwendung der Fourier-Analyse zur Berechnung der elektrischen Leistungen und Energien • Durchgängiges, die Vorlesungen und die CAE-Übungen begleitendes Beispiel: Formula Student Electric
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, 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 PLR oder PHL
Geplante Gruppengröße	mindestens 5 Studierende, die sich auch zur Prüfung anmelden und diese ablegen wollen
Letzte Änderung	6.03.2023

EEN5217 Laser- und Beugungsoptik	
Kennziffer	EEN5217
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Steffen Reichel
Level	Expertenniveau
Credits	3
SWS	2
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLM / PLK bei PLK: 60 Minuten
Lehrsprache	deutsch und englisch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Besuch der Vorlesung Physikalische Optik und Photonik
zugehörige Lehrveranstaltungen	Physikalische Optik und Photonik
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr. Steffen Reichel
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"> • Wechselwirkung von Licht und Materie wie beispielsweise beim Laser: Lorentz-Drude Modell (klassisch), Lorentz-Kurve • Quantenmechanische Korrektur des Lorentz-Drude Modells

EEN5217 Laser- und Beugungsoptik	
	<ul style="list-style-type: none"> • Grundzüge der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung und Wellenfunktion, Lichtimpuls, De Broglie Wellenlänge Boltzmann'sche Verteilungsfunktion • Lösungen der Schrödinger-Gleichung für den harmonischen Oszillator und Nullpunktsenergie • Ratengleichungen und Einsteinkoeffizient • Beispiele der Beschreibung eines Lasers mittels Propagationsgleichung und Ratengleichung • Lichtbeugung: Fraunhofer- und Fresnel-Beugung • Fresnel-Kirchhoff'sches Beugungsintegral sowie Fraunhofer- und Fresnel-Näherung • Fraunhofer-Beugung am Einzelspalt • Quantenmechanische Deutung der Beugung am Einzelspalt: Heisenbergsche Unschärferelation • Fraunhofer-Beugung am (realen) Gitter • Fresnel-Beugung am Einzelspalt
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Das Modul ist verwendbar im Studiengang: <ul style="list-style-type: none"> • Master Advanced Information Technology • Master Mechatronische Systementwicklung • Master Medizintechnik
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	Bestehen der Prüfung
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung ist gleich Credit-Anzahl
Geplante Gruppengröße	ca. 20 Studierende
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Hecht: <i>Optik</i>, Oldenbourg Verlag • Saleh, Teich: <i>Fundamentals of Photonics</i>, Wiley & Sons • Siegman: <i>Lasers</i>, University Science Books, 1986 • Hering, Martin, Stohrer: <i>Physik für Ingenieure</i>, 13. Aufl., Springer Vieweg • Holzner: <i>Quantenmechanik für dummies</i>, 3te Auflage, Wiley-VCH • Skript und Präsentation auf Moodle-Kurs
Letzte Änderung	27.12.2022

DRITTES SEMESTER

Master-Thesis	
Kennziffer	THE 6999
Dozent	Studiengangleitung
Level	Expertenniveau
Credits	30 Credits
Studiensemester	3. Semester
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> 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> 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. 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: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen eine breit angelegte Quellen- und Literaturrecherche durch, • erkennen, was der „Stand der Technik“ ist und wie Lösungen aussehen können, die über diesen Stand der Technik hinausgehen können, • erstellen ein Vorgehensmodell zur Problemlösung, • wählen begründet geeignete wissenschaftliche Methoden aus, • wenden diese Methoden auf das gewählte Praxisproblem an, • begründen fundiert die gefundene Lösung, in der Regel mit einer Aufwand-Kosten-Nutzen-Abschätzung gegenüber bisherigen Lösungen, • dokumentieren die Ergebnisse sprachlich und stilistisch sicher in nachvollziehbarer Weise und vor allem so, dass Leser den

Master-Thesis	
	<p>»roten Faden« erkennen können und an diesem entlang durch die schriftliche Ausarbeitung geleitet werden, ohne, dass der »rote Faden« Knoten aufweist, und</p> <ul style="list-style-type: none"> • können ihre Arbeit in einem Fachvortrag präsentieren und mit der Fachgemeinde diskutieren.
Workload	<u>Workload</u> : 900 Stunden (30 Credits x 30 Stunden)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Erfolgreiche Absolvierung der Abschlussarbeit sowie Präsentation
Letzte Änderung	09.02.2023