

---

MODULHANDBUCH  
DES MASTERSTUDIENGANGS

**MECHATRONISCHE SYSTEMENTWICKLUNG**

DER FAKULTÄT FÜR TECHNIK

SPO 2017

VOM 05.12.2017

## INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	2
ABBKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	3
LISTE DER MODULE UND MODULVERANTWORTLICHEN .....	4
IDEALTYPISCHER STUDIENVERLAUF .....	4
ERSTES SEMESTER .....	5
Technomathematik.....	5
Regelungs- und Antriebssysteme .....	9
Systemmodellierung .....	15
Entwicklungsmethoden .....	18
ZWEITES SEMESTER.....	22
Sicherheit mechatronischer Systeme .....	22
Simulationstechnik.....	25
Forschungsprojekt .....	29
WAHLPFLICHTMODULE .....	31
Elektrochemische Sensorik .....	31
Seminar Industrie 4.0.....	33
Physikalische Optik und Photonik.....	34
Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET.....	36
Laserbearbeitungsmaschinen .....	38
Industrielle Robotertechnik .....	40
Qualitätsmethoden.....	42
Technischer Vertrieb.....	44
Modellierung mit Meta-Formaten.....	46
Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der virtuellen Entwicklung technischer Systeme .....	48
DRITTES SEMESTER.....	51
Master-Thesis.....	51

## 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	Technomathematik	Prof. Barth
	Regelungs- und Antriebssysteme	Prof. Heidrich
	Systemmodellierung	Prof. Simon
	Entwicklungsmethoden	Prof. Pfeiffer
2. Semester	Sicherheit mechatronischer Systeme	Prof. Biehl
	Simulationstechnik	Prof. Barth
	Forschungsprojekt	Studiengangleiter
	Wahlangebot	Studiengangleiter
3. Semester	Master Thesis	Studiengangleiter

**IDEALTYPISCHER STUDIENVERLAUF**

3. Semester	<b>Master Thesis</b> 30 ECTS			
2. Semester	<b>Wahlangebot</b> 6 SWS / 9 ECTS	<b>Sicherheit mechatronischer Systeme</b> 4 SWS / 6 ECTS	<b>Simulations-technik</b> 4 SWS / 6 ECTS	<b>Forschungsprojekt</b> 9 ECTS
1. Semester	<b>Technomathematik</b> 4 SWS / 8 ECTS	<b>Regelungs- und Antriebssysteme</b> 5 SWS / 8 ECTS	<b>Systemmodellierung</b> 5 SWS / 8 ECTS	<b>Entwicklungsmethoden</b> 5 SWS / 6 ECTS

**ERSTES SEMESTER**

<b>Technomathematik</b>	
Kennziffer	MNS 5210
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Level	Expertenniveau
Credits	8 Credits
SWS	Vorlesungen: 3 SWS Seminar: 1 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Höhere Mathematik: PLK (60 Minuten) oder PLM Modelica Seminar: PLR/PLH
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	MNS 5211: Höhere Mathematik (3 SWS / 5 ECTS) MNS 5212: Modelica Seminar (1 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand (Höhere Mathematik) Prof. Dr.-Ing. Mike Barth (Modelica Seminar)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	Keine Verwendung in anderen Studiengängen.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Die Studierenden erlernen aufbauend auf den im Bachelor-Studium vermittelten Grundlagen zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung darüberhinausgehende Verfahren zum Lösen von Differentialgleichungen kennen. Die Betrachtung von Systemen linearer Differentialgleichungen ermöglicht zum einen die Lösung von Differentialgleichungen höherer Ordnung und stellt zum anderen die Grundlage der Systembetrachtung im Zustandsraum dar. Darüber hinaus werden anhand von Beispielen aus den Bereichen der Elektrotechnik (z. B. Schwingkreise, E-Maschinen mit Modellierung in höheren Ordnungen) und der Mechanik (z. B. schwingungsfähige Systeme höherer Ordnung) die Grundlagen partieller Differentialgleichungen sowie Differential-Algebraischer Gleichungen vermittelt.

**Technomathematik**

In allen Themen soll deutlich mehr als im Bachelor-Studium die korrekte formale mathematische Darstellung sowie anhand einiger Beispiele die Beweisführung geübt werden.

Sowohl in der Datenanalyse als auch in der Qualitätskontrolle spielen statistische Methoden eine große Rolle. Daher sollen die Grundlagen der mathematischen Statistik und darauf aufbauende Verfahren wie die Monte-Carlo-Methode vermittelt werden.

Im Modelica-Seminar werden die in der höheren Mathematik-Vorlesung behandelten Beispiele in Simulationsmodellen umgesetzt. Dahingehend bekommen die Studierenden die Möglichkeit, die theoretisch mathematischen Modellierungskennnisse in Form der objektorientierten Sprache Modelica umzusetzen und zu testen. Dabei werden die drei Säulen der Mechatronik behandelt:

- 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.

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).

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.

**Überfachliche Qualifikationsziele:**

- 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 &

Technomathematik	
	<p>vernetzt werden müssen. Durch den seminaristischen Charakter der Veranstaltung wird insbesondere das selbstständige Arbeiten gefördert.</p> <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 gruppenarbeits-basierten Charakter werden die Studierenden zum Austausch und zur Vermittlung ihrer Kenntnisse untereinander angeleitet. Dabei entwickeln sie ihre allgemeinen didaktischen und sozialen Kompetenzen.</li> <li>• 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.</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	<p><u>Vorlesung Höhere Mathematik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzialgleichungen</li> <li>• Systeme linearer Differentialgleichungen</li> <li>• Ausgewählte partielle DGL <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeleitung</li> <li>• Navier-Stokes-Gleichung</li> </ul> </li> <li>• Differential-algebraische Gleichungen (Mechanik von Körpern unter Zwangsbedingungen)</li> <li>• Mathematische Statistik</li> <li>• Kennwerte von Stichproben</li> <li>• Parameterschätzungen</li> <li>• Parametertests</li> <li>• Monte-Carlo-Methode</li> </ul> <p><u>Modelica Seminar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die objektorientierte, gleichungsbasierte Modellierungssprache Modelica</li> <li>• Objektorientierte Modellierung technischer Systeme inkl. der objektorientierten Aspekte: Instanzen, Klassen, Vererbung, Abstraktheit</li> </ul>

<b>Technomathematik</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gleichungsbasierte Modellierung von zuvor in der Vorlesung „Höhere Mathematik“ behandelten Systemen in Modelica</li><li>• Definition von Schnittstellen (Potentialgetriebene Flüsse) am Beispiel der 1-dimensionalen Stromfadentheorie, der Elektrik (elektrisches Potential und elektrischer Fluss)</li><li>• Anwendungsbeispiele: Modellierung mechatronischer Systeme in Modelica</li><li>• Verfassen von Online-White-Papern für die kostenfreie Verbreitung des erarbeiteten Wissens und der Simulationsmodelle</li></ul>
Workload	<u>Workload</u> : 240 Stunden (8 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium</u> : 60 Stunden (4 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium</u> : 180 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Modulprüfungen.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 8
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	10.02.2017



<b>Regelungs- und Antriebssysteme</b>	
Kennziffer	EEN 5160
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich
Level	Expertenniveau
Credits	8 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS Labor: 1 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Vorlesungen: PLK (90 Minuten) oder PLM Labor: UPL
Lehrsprache	deutsch
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	EEN 5161: Fortgeschrittene Regelungstechnik (2 SWS / 3 ECTS) EEN 5162: Antriebssysteme (2 SWS / 3 ECTS) EEN 5163: Labor Regelungs- & Antriebssyst. (1 SWS / 2 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Stefan Hillenbrand (Fortg. Regelungstechnik) Prof. Dr.-Ing. Peter Heidrich (Antriebssysteme)
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 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 und Kalman-Filtern, 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

## Regelungs- und Antriebssysteme

Ziel des Moduls, die Grundlagen der zeitdiskreten Regelung zu vermitteln sowie die moderne Umsetzung mit Hilfe von automatischer Code-Generierung einzuführen. Die Studierenden lernen moderne Reglerentwurfswerkzeuge und die Methoden des Rapid Control Prototyping kennen und wenden diese selbst an.

In den Veranstaltungen zu den „Antriebssystemen“ wird detailliert auf Antriebssysteme mit Synchronmaschinen eingegangen. Diese Antriebe sind nicht nur in industriellen Anwendungen weiter auf dem Siegeszug, sondern sie halten auch immer mehr Einzug in PKW und Nutzfahrzeuge, sei es im Hauptantriebsstrang oder als Antrieb für Nebenaggregate. Es wird vermittelt, wie eine 3-phasige Synchronmaschine in Feldkoordinaten beschrieben und geregelt werden kann. Transformationen, wie hier am Beispiel der Synchronmaschine gezeigt, sind wichtige Methoden der modellbasierten Entwicklung, die hier am Beispiel der feldorientiert geregelten Synchronmaschine praktisch vermittelt wird. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Modellierung der Leistungselektronik, die notwendig ist, um die Synchronmaschine regeln zu können. Anhand der Raumzeiger und der Raumzeigermodulation wird gezeigt, wie auch der hochgradig nichtlineare, diskret schaltende Umrichter modelliert werden kann. Spezifische Details der Modellierung werden im Rahmen der zugehörigen Laborveranstaltung vermittelt.

### Lernziele:

Die Studierenden

- 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

Regelungs- und Antriebssysteme	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• können ein Kalman-Filter entwerfen und anwenden</li> <li>• kennen die Vorgehensweise und wichtige Werkzeuge für die Reglerprogrammierung mit automatischer Codeerzeugung</li> <li>• wissen im Detail, was alles mit dem Begriff „feldorientierte Regelung von Synchronmaschinen“ verbunden ist</li> <li>• können industrielle Servoantriebe mit einer feldorientierten Regelung für Synchronmaschinen parametrieren und optimieren</li> <li>• können selbstständig Modelle für ein ihnen unbekanntes Antriebssystem, bestehend aus einer Umrichter-gespeisten Synchronmaschine, erstellen und entwickeln</li> <li>• können deswegen auch problemlos wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie Dissertationen zu diesem wichtigen Gebiet der Antriebstechnik lesen und verstehen,</li> <li>• können mit dem Wissen selbstständig zur feldorientierten Regelung von Antrieben mit Synchronmaschinen forschen, z. B. im Rahmen einer Dissertation.</li> </ul>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 Laborveranstaltung fördert dabei das selbstständige Arbeiten der Studierenden, in dem Lösungen für vorgegebene Problemstellung des Reglerentwurfs und der elektrischen Antriebstechnik gefunden werden müssen.</li> <li>• Kommunikationsfähigkeit und (überfachliche) Dialogkompetenz: Durch die Vorstellung der Ergebnisse des Reglerentwurfs – insbesondere in den Laborveranstaltungen – erlernen die Studierenden die Kommunikation komplexer Entwurfsmethoden sowie die Rechtfertigung der Resultate vor einem Fachexperten.</li> <li>• Zivilgesellschaftliches Engagement: Durch das Verfassen und Online-Stellen von White-Paper-Artikeln und erarbeiteten Regler-Simulationsmodellen zum kostenfreien Gebrauch können andere Hochschulen und die erarbeiteten Inhalte nutzen.</li> <li>• Sicherheitsdenken: Im Rahmen der Antriebstechnik erlernen die Studierenden die Gefahren von elektrischen Maschinen kennen und beherrschen.</li> </ul>
Inhalte	<p><u>Vorlesung Fortgeschrittene Regelungstechnik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung dynamischer Systeme im Zustandsraum</li> </ul>

## Regelungs- und Antriebssysteme

- Aufstellen der Zustandsgleichungen
- Linearisierung
- Lösung der Zustandsgleichungen
- Analyse: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit
- Zustandsregler mit Polvorgabe
- Riccati-Regler (Optimierung eines Gütemaßes)
- Zustandsbeobachter
- zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung
- zeitdiskreter Zustandsregler
- zeitdiskreter Beobachter
- Kalman-Filter

### Vorlesung Antriebssysteme:

- Klassifikation elektrischer Antriebe anhand der anzutreibenden Lasten sowie der einzuhaltenden Randbedingungen. Schwerpunkt: Permanentmagnet erregte Synchronmaschinen.
- Umrichter-gespeiste Drehstrom-Synchronmaschinen mit Regelung in Feldkoordinaten:
- Transformationen: Spannungen, Ströme und Leistungen des 3-phasiges Drehstromsystems in (u-v-w) Koordinaten → 2-phasiges Drehstromsystem und Nullstrom in den statorfesten (a-b) Koordinaten → Transformation in die flussfesten (d-q) Koordinaten. Rücktransformationen. Möglichkeiten, die durch die Transformationen entstehenden Freiheiten zu nutzen, z. B. um Ströme oder um Leistungen gleich zu halten.
- Dynamisches Modell der Synchronmaschine in (u-v-w) und in (d-q) Koordinaten
- Drehmoment der Synchronmaschine: Maschinen ohne ausgeprägte Reluktanz (z. B. mit oberflächenmontierten Permanentmagneten) und Maschinen mit ausgeprägter Reluktanz (z. B. Maschinen mit vergrabenen Magneten oder Flussperrenläufer)
- Spannungs- und Stromraumzeiger. Raumzeigermodulation für Wechselrichter, die aus drei sogenannten Halbbrücken gebildet werden. Einfluss der Totzeiten leistungselektronischer Schaltungen auf die tatsächlich erzeugbaren Raumzeiger.
- Feldschwächung zur Vergrößerung der Drehzahl über die Grunddrehzahl hinaus. Grenzen der Feldschwächung und Gefahren bei extremer Feldfeldschwächung.

Regelungs- und Antriebssysteme	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzipien der feldorientierten Regelung von Synchronmaschinen: Drehmoment über den q-Strom, Feldschwächung über den d-Strom</li> <li>• Bürstenlose Gleichstrommaschinen (BLDC): warum diese Maschinen in Wahrheit Synchronmaschinen sind. Dynamisches Modell und Feldschwächung für bürstenlose Gleichstrommaschinen.</li> </ul> <p><u>Labor Regelungs- und Antriebssysteme:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsregelung eines Zweiradfahrzeugs</li> <li>• Aufstellung der Modellgleichungen des Systems mit dem Lagrange-Verfahren</li> <li>• Entwicklung eines Riccati-Reglers in der Simulation (MATLAB/Simulink)</li> <li>• Umsetzung weiterer Komponenten der Regelung (z. B. Filter zur Signalverarbeitung)</li> <li>• Umsetzen des Reglers auf Lego Mindstorms durch automatische Code-Erzeugung aus Simulink</li> <li>• Entwicklung von Teilen eines Simulink-Modells zur Simulation Umrichter-gespeister Synchronmaschinen. Z. B. Entwicklung von Teilmodellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• für das elektrische und mechanische Teilsystem einer Synchronmaschine in Feldkoordinaten,</li> <li>• für den Umrichter und die Raumzeigermodulation,</li> <li>• zur Rotorlagemessung und die daraus abgeleitete Berechnung der Drehzahl</li> <li>• zur Modellierung der quasi-kontinuierlichen (analogen) Simulation der elektrischen und mechanischen Gleichungen und der diskreten Regler- und Auswertungsalgorithmen sowie des Umrichters.</li> </ul> </li> <li>• Feldorientierte Regelung einer Synchronmaschine</li> </ul>
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 Modulklausur sowie erfolgreiche Absolvierung des Labors.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende

<b>Regelungs- und Antriebssysteme</b>	
Letzte Änderung	18.08.2017

<b>Systemmodellierung</b>	
Kennziffer	MEC 5020
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Marcus Simon
Level	Expertenniveau
Credits	8 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS Labor: 1 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
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"> <li>• Vorlesung Mehrkörperdynamik: Grundlagen der Mechanik (Statik, Festigkeitslehre und Dynamik)</li> <li>• Vorlesung FE für mechatronische Systeme: Matrizenrechnung, Gewöhnliche DGL, Grundlagen der Mechanik</li> </ul>
zugehörige Lehrveranstaltungen	MEC 5021: Mehrkörperdynamik (2 SWS / 3 Credits) MEC 5022: FE für mechatronische Systeme (2 SWS / 3 Credits) MEC 5023: Labor Systemmodellierung (1 SWS / 2 Credits)
Dozenten/Dozentinnen	Mehrkörperdynamik: 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.

Systemmodellierung	
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb von Sprachkompetenz: Im Rahmen der FEM werden spezifische Fachtermini der Systemmodellierung erlernt und können überfachlich im Sprachgebrauch der Studierenden Anwendung finden.</li> <li>• 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 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.</li> <li>• Soziale und didaktische Kompetenz: Durch den gruppenarbeits-basierten 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	<p><u>Vorlesung Mehrkörperdynamik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrkörpersysteme und ihre technische Bedeutung</li> <li>• Kinematik des einzelnen starren Körpers, Drehmatrizen, Winkelgeschwindigkeiten</li> <li>• Ableitungen in verschiedenen Bezugssystemen</li> <li>• holonome und nichtholonome Bindungsgleichungen für geschlossene kinematische Ketten</li> <li>• Newton-Eulersche Gleichungen, Prinzip von d'Alembert, Prinzip der virtuellen Leistung</li> <li>• Kanescher Formalismus</li> <li>• Struktur der Bewegungsgleichungen</li> <li>• Beispiel: Knickarmroboter</li> </ul> <p><u>Vorlesung Finite Elemente für mechatronische Systeme:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Finite Elemente Rechnung</li> <li>• Anwendungsgebiete: Strukturmechanik, Elektromagnetismus, Thermodynamik</li> <li>• Einführung in FE-Werkzeuge (z.B. Ansys, COMSOL)</li> </ul>



<b>Systemmodellierung</b>	
	<u>Labor Systemmodellierung:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Labor mit gängigen Tools.</li></ul>
Workload	<u>Workload:</u> 240 Stunden (8 Credits x 30 Stunden) <u>Präsenzstudium:</u> 75 Stunden (5 SWS x 15 Wochen) <u>Eigenstudium:</u> 165 Stunden (Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Modulprüfungen sowie erfolgreiche Absolvierung des Labors.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	11.02.2017

Entwicklungsmethoden	
Kennziffer	CEN 5130
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfeiffer
Level	Berufsqualifizierendes akademisches Niveau
Credits	6 Credits
SWS	Vorlesungen: 3 SWS Planspiel: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Wintersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	Systems and Software Engineering: PLK (60 Minuten) o. PLM Planspiel Projektmanagement: UPL
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: keine
zugehörige Lehrveranstaltungen	CEN 5131: Systems and Software Engineering (3 SWS / 4 ECTS) GMT 5041: Planspiel Projektmanagement (2 SWS / 2 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfeiffer (Systems und Software Eng.) Prof. Dr.-Ing. Guido Sand (Planspiel Projektmanagement)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesung Projekt
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung des Moduls im Masterstudiengang Embedded Systems
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studierenden lernen die Methoden des Systems und Software Engineering für die Entwicklung und den Betrieb mechatronischer Systeme kennen.</p> <p><u>Lernziele:</u></p> <p>Die Studierenden kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte von funktionaler und technischer Architektur und können eine solche mit den adäquaten Mitteln (z.B. SysML) entwerfen und beschreiben.</li> <li>• Methoden zur Anforderungsentwicklung und Modellbildung und können diese auf konkrete Problemstellungen anwenden.</li> <li>• die Methoden der modellbasierten Entwicklung (Model-, Software-, Processor-, Hardware-in-the-Loop, Rapid Con-</li> </ul>

## Entwicklungsmethoden

	<p>trol Prototyping), deren Einsatzgebiete und die entsprechenden Werkzeuge und können diese auf gegebene Aufgabenstellungen anwenden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Anforderungen an Echtzeitsysteme, technische Realisierungen und die grundlegenden Strukturen von Echtzeitbetriebssystemen.</li> <li>• die Grundbegriffe eingebetteter Softwaresysteme, deren Architektur und die Herausforderungen und Methoden beim Entwurf.</li> <li>• die grundlegenden Konzepte beim Entwurf von sicherheitsgerichteten Systemen.</li> <li>• die Anforderungen an die Validierung und Verifikation mechatronischer Systeme beim Entwurf und in der Produktion und können V&amp;V-Konzepte für gegebene Systeme entwerfen.</li> <li>• die entwicklungsbegleitenden Prozesse (z.B. Risikomanagement, Konfigurationsmanagement, Qualitätsmanagement) und können die Grundkonzepte in konkreten Aufgabenstellungen anwenden.</li> </ul>
Überfachliche Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Soziale und didaktische Kompetenz: Durch den gruppenarbeits-basierten Charakter werden die Studierenden zum Austausch und zur Vermittlung ihrer Kenntnisse untereinander angeleitet.</li> <li>• Sicherheitsdenken: Die im Masterstudium verankerte Spezialisierung auf die Entwicklung <u>sicherer</u> mechatronischer Systeme wird unmittelbarer Bestandteil der VL Systems &amp; Software-Engineering. So erlernen die Studierenden über die fachlichen Kompetenzen hinausgehende Denkweisen, welche die Sicherheit der Systeme als zentralen Punkt in der Entwicklung sehen.</li> </ul>

Entwicklungsmethoden	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zivilgesellschaftliche Denkweise: die Studierenden erlernen Kompetenzen in der verantwortungsvollen Auslegung von technischen Systemen. Hierzu zählt die kritische Auseinandersetzung mit technisch Machbaren gegenüber menschlich Vertretbarem. Darüber hinaus zählen Umwelteffekte und Sicherheitsfragen für die Zivilgesellschaft zu den Inhalten.</li> </ul>
Inhalte	<p><u>Vorlesung Systems und Software Engineering:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung und Anforderungsentwicklung</li> <li>• Entwurf von funktionaler und technischer Architektur mechatronischer Systeme</li> <li>• Methoden und Werkzeuge der modellbasierten System- und Software-Entwicklung (MIL, SIL, PIL, HIL, RCP)</li> <li>• Besonderheiten von Echtzeitsystemen</li> <li>• Software-Architekturkonzepte</li> <li>• Sicherheitsanforderungen und deren Umsetzung (z. B. Redundanzkonzepte, Überwachungsfunktionen)</li> <li>• Verifikation und Validierung</li> <li>• Konfigurationsmanagement</li> <li>• Risikomanagement</li> <li>• Qualitätsmanagement (z.B. Prozess- und Produktverbesserungsprozesse)</li> <li>• Betrieb und Wartung mechatronischer Systeme</li> </ul> <p><u>Planspiel Projektmanagement:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Kundenorientierung im Projekt</li> <li>• Projektorientierte Wertschöpfungs- und Planungsprozesse</li> <li>• Ganzheitlich-vernetztes Denken im PM</li> <li>• Zielorientierte Planung und Überwachung des Projektfortschritts</li> <li>• Ziele, Inhalte und Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Management einer Projektsimulation</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload:</u> 180 Stunden (6 Credits x 30 Stunden)</p> <p><u>Präsenzstudium:</u> 75 Stunden (5 SWS x 15 Wochen)</p> <p><u>Eigenstudium:</u> 105 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 Modulklausur und erfolgreich durchgeführtes Planspiel

<b>Entwicklungsmethoden</b>	
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 4
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	12.02.2017

**ZWEITES SEMESTER**

<b>Sicherheit mechatronischer Systeme</b>	
Kennziffer	MEC 5030
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Volker Biehl
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	PLK (120 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: statistische Grundlagen, Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung
zugehörige Lehrveranstaltungen	MEC 5031: Funktionale Sicherheit (2 SWS / 3 ECTS) LAW 5202: Technik- und Produkthaftungsrecht (2 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Biehl (Funktionale Sicherheit) Prof. Dr. Ulrich Jautz, Andreas Reuter (Technik- und Produkthaftungsrecht)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung der Vorlesung Technik- und Produkthaftungsrecht in den Masterstudiengängen Produktentwicklung und Embedded Systems.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> <u>Funktionale Sicherheit:</u> Die Studierenden erlernen auf der Basis der IEC 61508 sicherheitstechnisch relevante Produkte entsprechend dem Stand der Technik zu entwickeln. Sie kennen den in der Norm geforderten strukturierten Entwicklungsprozess auf Basis des Lebenszyklusmodells. Die Studierenden erlernen Methoden zur Gefährdungs- und Risikoanalyse und sich daraus ergebende Maßnahmen zur Risikominimierung. Die dazu notwendigen Anforderungen und Techniken zur zertifizierungsgerechten Dokumentation werden ebenfalls vermittelt.

<b>Sicherheit mechatronischer Systeme</b>	
	<p><u>Technik- und Produkthaftungsrecht:</u> Die Studierenden erwerben einen Überblick über das Vertrags und Produkthaftungsrecht, verstehen die überragende praktische Bedeutung der Leistungsbeschreibung, erkennen die strafrechtliche Verantwortlichkeit für die verschiedenen Arten von Produktfehlern, können in Fragen des Produkthaftungsmanagements gemeinsam mit Juristen kommunizieren und die rechtlichen Aspekte in ihrer Wichtigkeit richtig einschätzen.</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><u>Vorlesung Funktionale Sicherheit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wichtige Normen und Standards (IEC 61508, IEC 26262)</li> <li>• Methoden zur Risikobewertung und Fehleraufdeckung</li> <li>• Maßnahmen zur Risikominderung</li> <li>• Sicherheitsgerichteter Entwicklungsprozess auf Basis des Lebenszyklusmodells</li> <li>• Zertifizierungsgerechte Dokumentation der Entwicklung</li> <li>• Erläuterung anhand von Praxisbeispielen</li> <li>• FDA (Food &amp; Drug Administration) konforme Abnahme</li> </ul> <p><u>Vorlesung Technikrecht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Produktsicherheit</li> <li>• Grundlagen des Gewährleistungsrecht</li> <li>• Strafrechtliche Verantwortlichkeiten für Produktfehler</li> <li>• Zivilrechtliche Produkthaftung</li> <li>• Produkthaftungsmanagement</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>

<b>Sicherheit mechatronischer Systeme</b>	
	<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 Modulklausur sowie erfolgreiche Absolvierung des Labors.
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	10.02.2017



<b>Simulationstechnik</b>	
Kennziffer	MEC 5040
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Level	Expertenniveau
Credits	6 Credits
SWS	Vorlesungen: 4 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK (90 Minuten) oder PLM
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Inhalte des Modelica-Seminars, Grundlagen der Regelungstechnik, Grundlagen der Systemmodellierung
zugehörige Lehrveranstaltungen	MEC 5041: Simulationstechnik (2 SWS / 3 ECTS) MEC 5042: Modellbildung (2 SWS / 3 ECTS)
Dozenten/Dozentinnen	Prof. Dr.-Ing. Barth (Simulationstechnik) Prof. Dr.-Ing. Guido Sand (Modellbildung)
Lehrformen der Lehrveranstaltungen des Moduls	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung der Vorlesung Modellbildung im Masterstudien-gang Embedded Systems. Verwendung der Vorlesung Simulationstechnik im Masterstu-diengang Produktentwicklung.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Stu-diengangs:</u> <u>Modellbildung:</u> Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten Einblick in die Vorgehensweise zur Modellbildung dynamischer Systeme,</li> <li>• erlernen Grundbegriffe und Funktionsweisen der Modellbildung,</li> <li>• lernen anhand von Beispielen aus der Prozess- und Sys-tembeschreibung zugehörige physikalische Modelle und hieraus abgeleitete mathematische Modelle zu entwickeln,</li> <li>• erlernen Strukturmaßnahmen, wie die Kaskadenregelung und die Ermittlung geeigneter Reglerparameter mithilfe verschiedener Entwurfs-Methoden und weiten die Modellbildung zur umfassenden Regelkreis-Synthese aus.</li> </ul> <u>Simulationstechnik:</u> Die Studierenden:

<b>Simulationstechnik</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Anwendung und Einsatzauswahl unterschiedlicher numerischer Integrationsverfahren für die Simulation mechatronischer Systeme,</li> <li>• beherrschen den sicheren Umgang mit der Parameterauswahl und den Simulationseinstellungen unterschiedlicher numerischer und algebraischer Simulationssysteme,</li> <li>• kennen unterschiedliche Vorgehensweisen zu datentechnischen Modellierung realer Systeme (in Abgrenzung zur empirischen Modelbildung der VL „Modellbildung“),</li> <li>• beherrschen die Verknüpfung unterschiedlicher Simulationswelten im Rahmen einer Co-Simulation.</li> </ul>
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.</li> <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>• Zivilgesellschaftliches Engagement: Durch das Verfassen und online-Stellen von White-Paper-Artikeln zu den erarbeiteten Simulationsmodellen zum kostenfreien Gebrauch können andere Hochschulen die erarbeiteten Inhalte nutzen.</li> <li>• Sicherheitsdenken: Die in diesem Modul behandelten Themenfelder „Modellierung und Simulation“ sind essentieller Bestandteil funktionaler Sicherheitsanalysen. Die Studierenden erhalten die überfachliche Kompetenz, Sicherheitsrisiken auf Basis virtueller Modelle zu erkennen und zu bewerten. Hierbei wird das Abstraktions- und Übertragungsvermögen gefördert.</li> </ul>
Inhalte	<p><u>Vorlesung Simulationstechnik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierungskonzepte und datentechnische Erfassung diskreter und kontinuierlicher Systeme</li> <li>• Netzwerk- und Systemmodellierung</li> <li>• Objektorientierte Modellierung in techn. Systemen</li> <li>• Numerische Integrationsverfahren (Euler, Runge Kutta, DASSL)</li> <li>• Co-Simulation</li> </ul>

Simulationstechnik	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von Functional Mockup Units und Functional Mockup Interfaces</li> <li>• Virtuelle Inbetriebnahme mithilfe von 3D-Modellen und Bussimulationswerkzeugen</li> <li>• Methoden der Modellreduktion für Echtzeitsimulation</li> <li>• Verbindung von 3D CAD mit Systemsimulationswerkzeugen</li> </ul> <p><u>Vorlesung Modellbildung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensweisen bei der Modellbildung: Top Down/Bottom Up-Vorgehensweise über die Theoretische und experimentelle Modellbildung.</li> <li>• Formalisierte Prozessbeschreibung – Phasenmodell VDI/VDE-Richtlinie 3682.</li> <li>• Netzwerkanalyse und modellbasierter Systementwurf, d.h. Modellbildung mittels Analogiebetrachtung.</li> <li>• Abgrenzung des Systems in Teilsysteme: Abgrenzung gegenüber seiner Umwelt und Unterteilung des Systems in Teilsysteme – Dekomposition.</li> <li>• Physikalisches Modell: Anwendungen der Physik auf Systeme, Aufstellen des physikalischen Ersatzmodells, Physikalische Gesetze wie Erhaltungssätze, Bilanzgleichungen und Phänomenologische Gleichungen.</li> <li>• Mathematisches Modell in Form qualitatives mathematisches Modell – Gleichungen zum System ohne Parameter – und quantitatives mathematisches Modell – Gleichungen zum System mit Parameter.</li> <li>• Ermittlung des mathematischen Modells, Identifikation der Prozess-/Systemparameter, Parameterschätzung und Methoden sowie Simulation. Beispiele mit MATLAB/SIMULINK.</li> <li>• Experimentelle Ermittlung der Prozess-/Systemparameter.</li> <li>• Entwurf des endgültigen Prozessmodells.</li> <li>• Regelkreis-Entwurf und Strukturmaßnahmen wie Kaskadenregelung und Störgrößenaufschaltung.</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 Modulklausur.

<b>Simulationstechnik</b>	
Stellenwert Modulnote für Endnote	Gewichtung: 6
Geplante Gruppengröße	ca. 24 Studierende
Letzte Änderung	10.02.2017

Forschungsprojekt	
Kennziffer	MEC 5080
Modulverantwortlicher	Studiengangleiter
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 Produktentwicklung
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Absolventen des Master-Studienganges „mechatronische Systementwicklung“ werden Aufgaben verantwortlich übernehmen, die fachlich vertiefende Kenntnisse erfordern.</li> <li>• Die Umsetzung der einzelnen Aufgaben geschieht zumeist in interdisziplinären und heute oft international zusammengesetzten Teams. Somit entsteht oft die Situation, die jeweiligen komplexen technischen Zusammenhänge zielgruppengerecht zu erklären, z.B. Teammitgliedern mit nicht/unterschiedlichem technischem Hintergrund und Projektbetroffenen, z. B. den Entscheidern oder künftigen Nutzern der mechatronischen Systeme.</li> </ul> <p><u>Lernziele:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden</li> <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 an einem bestimmten Beispiel Erfahrung in Bezug auf die Komplexität, die Analyse und den Design-Prozesses im Bereich der mechatronischen Systeme</li> </ul>

<b>Forschungsprojekt</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><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 fremdsprachlich (Englisch) dokumentieren und zielgruppengerecht kommunizieren und diskutieren.</li></ul>
Workload	<u>Workload</u> : 270 Stunden (9 Credits x 30 Stunden) <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	13.09.2016

**WAHLPFLICHTMODULE**

<b>Elektrochemische Sensorik</b>	
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 (quantitativen zu detektierenden 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>• Gassensorik (O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> etc.)</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)

<b>Elektrochemische Sensorik</b>	
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	13.09.0216



<b>Seminar Industrie 4.0</b>	
Kennziffer	MEC 5216
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand, Prof. Dr. Peter Weiß
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLR
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale & inhaltliche Voraussetzungen: keine
Lehrform	Forschendes Lernen
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> Dieses transdisziplinäre Seminar bereitet die Studierenden auf die Herausforderungen der digitalen Revolution in der Industrie vor, indem nach eigenen Interessen wesentliche Aspekte von Industrie 4.0 nach Methoden des Forschenden Lernens selbst erkunden. Die Transdisziplinarität ergibt sich aus der Betrachtung einer industriell relevanten Fragestellung aus Perspektive der Technologie und der Wirtschaft.
Inhalte	Bei der Methode des Forschenden Lernens werden anhand überschaubar abgegrenzter Fragestellungen alle Phasen des Forschens durchlaufen: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fragestellungen identifizieren und formulieren</li> <li>2. Hypothesen entwickeln</li> <li>3. Analysen in Teamarbeit durchführen</li> <li>4. nachprüfbar Beobachtungen dokumentieren</li> <li>5. Ergebnisse vorstellen und erörtern</li> </ol>
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)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Dokumentierte Ergebnisse der fünf Phasen des Seminars
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	29.10.2017

<b>Physikalische Optik und Photonik</b>	
Kennziffer	MEC 5217
Dozent	Prof. Prof. Dr.-Ing. Steffen Reichel
Level	Expertenniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
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 Studiengangszielen 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> </ul>

<b>Physikalische Optik und Photonik</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><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) <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)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
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	29.09.2016

<b>Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET</b>	
Kennziffer	MEC 5218
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Sascha Seifert
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	Englisch oder Deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse in objektorientierter Programmierung Empfehlenswert Grundlagenvorlesung: C# Programming
Lehrform	Vorlesungen
Verwendbarkeit des Moduls	Verwendung im Masterstudiengang Embedded Systems.
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u>  Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse der objektorientierten Programmierung in C# und des .NET-Frameworks.  Sie verstehen wie verteilte und mobile Anwendungen entwickelt werden. Sie lernen den Einsatz der Cloud-Technologie kennen, sowie ein tiefergehendes Verständnis der parallelen Programmierung.  In praktischen Übungen wenden die Studierenden die erlernten, weiter-führenden Informatikkenntnisse an, um realitätsnahe Beispielprojekte aus dem Gebiet der Mechatronik oder der Medizintechnik zu lösen.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung mobiler Anwendungen auf Basis von Android und iOS</li> <li>• Verteilte Anwendungen</li> <li>• Nutzung der Cloud-Technologie</li> </ul>

<b>Verteilte, mobile Anwendungsentwicklung mit C# und .NET</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Parallelprogrammierung</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. 15 Studierende
Letzte Änderung	18.10.2016

<b>Laserbearbeitungsmaschinen</b>	
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"> <li>• Laserstrahlerzeugung, relevante Laserstrahleigenschaften, Führung und Fokussierung von Laserstrahlen, Absorption, Strahldiagnostik.</li> </ul>

<b>Laserbearbeitungsmaschinen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <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> <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. 15 Studierende
Letzte Änderung	13.09.0216

<b>Industrielle Robotertechnik</b>	
Kennziffer	MEC5219
Dozent	Dr.-Ing. Andreas Wolf (Geschäftsführer robomotion GmbH) Dr.-Ing. Werner Kraus (Gruppen- / stellv. Abteilungsleiter Robotik, Fraunhofer IPA)
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	Verwendung im Masterstudiengang Produktentwicklung
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u>  Die Studierenden erlernen die Grundlagen und tieferen Hintergründe der Automatisierungstechnik mit Robotern. Sie erlernen Fachbegriffe und verstehen die Zusammenhänge zwischen Applikationsanforderungen und der notwendigen bzw. der zur Verfügung stehenden Robotertechnik (z.B. Greifer, Sensor). Die Studierenden können ein Automatisierungssystem mit Robotern auslegen und lernen hierzu die einschlägigen Methoden zur Erschließung von Automatisierungspotential.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrielle Robotersysteme – Grundlagen, Rahmenbedingungen</li> <li>• Industrieroboter – Typen und Einsatzbereiche</li> <li>• Standardroboterwerkzeuge – Greifer und Co.</li> <li>• Roboterprogrammierung und Zellsimulation</li> <li>• Steuerungstechnik: Prozess- bis Leitebene</li> </ul>



<b>Industrielle Robotertechnik</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planung von Automatisierungslösungen –Anforderungen und Konzeption</li><li>• Best Practice – Anwendung in Praxisbeispielen</li><li>• Wirtschaftlichkeit industrieller Robotersysteme</li><li>• Sicherheit und Arbeitsschutz für Roboteranlagen</li><li>• Inbetriebnahme und Abnahme</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. 15 Studierende
Letzte Änderung	30.11.2017

<b>Qualitätsmethoden</b>	
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, Grundkenntnisse in Qualitätsmanagement
Lehrform	Vorlesungen und Hausarbeit (Gruppenarbeit)
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Qualitätsmethoden, die in der Industrie zur Erreichung von anspruchsvollen Qualitätszielen eingesetzt werden.</p> <p>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.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuverlässigkeit Ausfallverhalten von Komponenten, Ausfalldichtefunktion, 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> </ul>

Qualitätsmethoden	
	<ul style="list-style-type: none"><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	<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, Ausarbeitung und Präsentation von 2 Hausarbeiten, Bearbeitung von Übungen etc. und zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	09.08.2017

<b>Technischer Vertrieb</b>	
Kennziffer	MEC 5223
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Reiner Bühner
Level	Masterniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	1. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLK, PLM, PLR, PLP
Lehrsprache	deutsch
Teilnahmevoraussetzungen	Formale Voraussetzungen: keine Inhaltliche Voraussetzungen: technische Grundkenntnisse
Lehrform	Seminar und Rollenspiele
Ziele	<u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u> 25 Prozent aller Ingenieure arbeiten lt. VDI später im Vertrieb. Weitere im Projektmanagement. Deshalb ist es wichtig zu wissen wie der Kunde tickt. Die Studierenden kennen die Aufgaben eines Ingenieurs im Bereich des technischen Vertriebs. Sie verstehen wie wichtig sicheres Auftreten beim Umgang mit Kunden ist. Sie wissen, dass man beim Kunden als erfolgreicher Ingenieur ein offener und ehrlicher Zuhörer, Berater und Partner des Kunden sein muss. Sie können dieses Wissen bei der Planung und der Durchführung zukünftiger Kundenkontakte anwenden.
Inhalte	Internationaler Vertrieb von Investitions- und Industriegütern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung von ganzheitlichen Ansätzen beginnend vom Kundenbedarf über das Präsentieren der Firma und der Produkte beim Kunden bis hin zur Angebotsausarbeitung und Angebots-Vorstellung beim Kunden und letztlich dem Vertrauen und damit dem Auftrag des Kunden. Der Vertriebsingenieur ist dabei Ansprechpartner des Kunden von der Planung über den Einsatz des Produktes und somit über den gesamten Lebenszyklus. Diese Vertriebsschritte sind Inhalt der Vorlesung und werden in</li> </ul>

<b>Technischer Vertrieb</b>	
	Seminararbeiten seitens der Studierenden vorbereitet und in Rollenspielen eingeübt. Dabei spielen auch der Aufbau und Inhalt von Angeboten eine Rolle sowie die Kenntnisse über die diversen Verhandlungstechniken.
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 Lehrveranstaltung, Erstellen Businessplan, Erstellen und Schreiben von Angeboten und Vorbereitung und Durchführung der Prüfung)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Erfolgreiche Teilnahme am Seminar
Geplante Gruppengröße	max. 15 Studierende
Letzte Änderung	09.08.2017

<b>Modellierung mit Meta-Formaten</b>	
Kennziffer	MEC 5224
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath
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, 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 Studierenden erlernen die Grundlagen und tieferen Hintergründe der Datenmodellierung mit Meta-Modellen am Beispiel von AutomationML. Mit AutomationML lässt sich die greifbare Welt objekt-orientiert modellieren und speichern, beispielsweise mechatronische Systeme, Geräte, Fertigungszellen, einschließlich Strukturen, Geometrien und Logik. Sie erlernen, wie man mit AutomationML Anforderungsmodelle, Typmodelle und Instanzmodelle abbildet. Darüber hinaus erlernen Sie Basis-Konzepte von AutomationML wie 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. Sie 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. Das Seminar besteht aus Vorlesungen und praktischen Übungen, in denen Sie</p>

<b>Modellierung mit Meta-Formaten</b>	
	<p>das händische Modellieren, aber auch das automatische Erzeugen und Auswerten von AutomationML-Dateien üben. Das Seminar mündet in einer Modellierungsaufgabe, die in einer praktischen Übung vollzogen und im Referat von den Studenten dargestellt und präsentiert wird.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AutomationML – Architektur und Konzepte</li> <li>• Software-Werkzeuge der AutomationML-Community</li> <li>• Händisches Modellieren mit AutomationML: Anforderungsmodelle, Typmodelle, und Instanz-Modelle,</li> <li>• AutomationML-Konzepte (Basis/Erweitert)</li> <li>• Bedeutung von AutomationML im Kontext von Industrie 4.0</li> <li>• Musterlösungen für das effiziente Programmieren von Ex- und Importern für AutomationML-Dateien</li> <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)  <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)</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 15 Studierende
Letzte Änderung	27.10.2017

<b>Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der virtuellen Entwicklung technischer Systeme</b>	
Kennziffer	ISS5061
Dozent	Prof. Dr. Jasmin Mahadevan
Level	Einstiegsniveau
Credits	3 Credits
SWS	Vorlesungen: 2 SWS
Studiensemester	2. Semester
Häufigkeit	im Sommersemester
Dauer des Moduls	1 Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	aktive Mitarbeit + schriftliche Ausarbeitung über Inhalte des Seminars (10 Seiten), keine weitere Literaturrecherche über die Pflichtlektüre hinaus notwendig
Lehrsprache	deutsch (Seminarsprache), englisch (Grundlagentexte)
Teilnahmevoraussetzungen	Eigene Praxiserfahrungen in der Industrie. Willen und Bereitschaft, über bisherige Arbeitspraxis zu reflektieren.
Lehrform	Seminaristischer Unterricht, Rollenspiele, Fallstudien und Simulationen realer Arbeitssituationen (basierend auf der eigenen Trainingserfahrung der Dozentin in internationalen und nationalen technischen Unternehmen)
Ziele	<p><u>Qualifikationsziele/Beitrag zu den Qualifikationszielen des Studiengangs:</u></p> <p>Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Anforderungen standortübergreifender, virtueller, interkultureller und internationaler Zusammenarbeit im Ingenieurs- und Entwicklungsbereich. Sie entwickeln neue – z.B. interkulturelle, Disziplinen-übergreifende oder global einsetzbare – Handlungs- und Kommunikationsstrategien. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, in komplexen Arbeitssituationen adäquate und effektive Lösungen zu finden, die über eine rein technische Problemlösung hinausgehen.</p> <p>Lernziele: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen und verstehen die Prinzipien und Anforderungen standortübergreifender, virtueller und vernetzter Zusammenarbeit in technischen Arbeitsbereichen (collaborative engineering)</li> </ul>



<b>Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der virtuellen Entwicklung technischer Systeme</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen die Prinzipien und Anforderungen interkultureller Zusammenarbeit in technischen Arbeitsbereichen (intercultural engineering).</li> <li>• können kulturelle Komplexität managen.</li> </ul>
Inhalte	<p>Intercultural engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• multikulturelle Teams</li> <li>• interkulturelle Kommunikation, v.a. Kontextorientierung</li> <li>• interkulturelles Projektmanagement, z.B. Risikobewertung oder Sicherstellung des Release</li> </ul> <p>Collaborative engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Outsourcing von technischer Arbeit und Prozessen</li> <li>• Zusammenarbeit mit offshore Standorten, z.B. Spezifikation und Implementierung</li> <li>• vernetzte Entwicklung</li> <li>• Anforderungen an standort- und zeitzonen-übergreifende Kommunikation und Organisation</li> <li>• Anforderungen an virtuelle Zusammenarbeit, z.B. Aufsetzen, Strukturieren und Nachverfolgen von Meetings oder spezielle Kommunikationsstrategien</li> </ul> <p>Management kultureller Komplexität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittstellenproblematiken im Unternehmen</li> <li>• Bedeutung der Unternehmens- und Teamkultur</li> <li>• Problemlösungsstrategien zwischen Berufskulturen, Unternehmenskulturen, Nationalkulturen und bei virtueller Zusammenarbeit</li> </ul>
Workload	<p><u>Workload</u>: 90 Stunden (3 Credits x 30 Stunden)  <u>Präsenzstudium</u>: 12 Stunden (2 Tage x 6 Stunden)  <u>Eigenstudium</u>: 78 Stunden</p>
Voraussetzung für die Vergabe von Credits	Bestandene Prüfung
Geplante Gruppengröße	ca. 25 Studierende
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>• Mahadevan, J. (2017), <i>A very short, fairly interesting and reasonably cheap book about Cross-Cultural Management</i>, London: Sage.</li> </ul>

**Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der virtuellen Entwicklung technischer Systeme**

	<p>Weitere Texte</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: PalgraveMacmillan, pp. 187-206.</li><li>• Lee, H.-J. (2014), Identities in the global world of work, in: Gehrke, B. und Claes, M.-T. (Hrsg.), <i>Global Leadership Practice</i>, Basingstoke: PalgraveMacmillan, pp. 85-101.</li><li>• Mahadevan, J. und Mayer, C.-H. (2012), <i>Intercultural Engineering</i>, Sonderausgabe von Interculture Journal 11/18.</li></ul>
Letzte Änderung	06.11.2017

**DRITTES SEMESTER**

<b>Master-Thesis</b>	
Kennziffer	THE 6999
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Mike Barth
Level	Expertenniveau
Credits	30 Credits
Studiensemester	3. Semester
Prüfungsart/en, Prüfungsdauer	PLT
Lehrform	Selbststudium, Betreuung durch mindestens 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>Lernziele:</p> <p>Die Master-Thesis ist in aller Regel praxisbezogen. In der Thesis analysiert der Studierende das vorgegebene Problem, um Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem zu entwickeln und sie gegeneinander abzuwägen. Ergebnis der Thesis sind Empfehlungen für das weitere Vorgehen im Unternehmen/ der Hochschule/ der Forschung.</p> <p>Mit der Thesis weist der Studierende nach, dass er fachliche Zusammenhänge überblickt, wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden kann und dass er in der Lage ist, deren Bedeutung und Reichweite für die Lösung komplexer betrieblicher Problemstellungen zu erkennen.</p> <p>Der Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt einer Master-Thesis besteht darin, theoretische Erkenntnisse anwendungsbezogen zu differenzieren und durch Umsetzung/Durchsetzung in der Praxis die Verbreitung von Neuerungen zu befördern.</p> <p>Bei der Anfertigung der Master-Thesis werden insbesondere folgende Fähigkeiten trainiert:</p>

Master-Thesis	
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen eine breit angelegte Quellen- und Literatur-recherche durch,</li> <li>• erkennen den ‚State of the Art‘,</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 Kosten-/Nutzen-Abschätzung gegenüber bisherigen Lösungen,</li> <li>• dokumentieren die Ergebnisse sprachlich und stilistisch sicher in nachvollziehbarer Weise („roter Faden“) und</li> <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
Letzte Änderung	28.07.2016