



**Modulhandbuch für den Studiengang**

**Mechatronik (M.Sc.)**

**MECM**

## Inhalt

MECM110 – Personalführung und Management .....	6
MECM120 – Mathematische Algorithmen .....	9
MECM130 –Industrierobotik.....	12
MECM140 – Makro- und Mikromechatronische Systeme.....	14
MECM150 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 .....	16
MECM210 – Künstliche Intelligenz und Datenanalyse .....	18
MECM220 – Sichere cyber-physikalische Systeme .....	20
MECM230 – Systems Engineering.....	22
MECM240 – Eingebettete Systeme .....	25
MECM250 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 .....	27
MECM310 – Wahlpflichtmodul.....	29
MECM320 – Master-Thesis .....	30
MECM330 – Abschlusskolloquium .....	31

## Kontaktinformationen

**Sekretariat Mechatronik**  
**Fakultät für Maschinenbau und Mechatronik**  
Moltkestr. 30  
76133 Karlsruhe

Silke Loykowski

+49 (0)721 925-1708  
sekretariat.mmt@h-ka.de

### Studiendekan

Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart  
+49 (0)721 925-1868  
Catherina.Burghart@h-ka.de  
Geb. M, Raum 012

### Gremien

Aktuelle Kontaktdaten zu weiteren Gremien finden Sie auf der Webseite des Studiengangs:  
<https://www.h-ka.de/master/automotive-systems-engineering/organisation-pruefungen>

## Version und Gültigkeit

Dieses Modulhandbuch ersetzt den Stand vom 01.09.2019 und ergänzt die Informationen der Studienprüfungsordnung B. Besonderer Teil und C. Schlussbestimmungen für den Studiengang Mechatronik mit dem Abschluss Master of Science (M.Sc.) vom 12.03.2026, Version 3, gültig ab dem 01.09.2026.

## Abkürzungen

### Abkürzungen

- ECTS European Credit Transfer and Accumulation System
- CP Credit Points, ECTS-Punkte
- h Stunden
- SWS Semesterwochenstunden
- SoSe Sommersemester
- WiSe Wintersemester
- SPO Studien- und Prüfungsordnung

### Lehrveranstaltungen (Art):

V = Vorlesung    Ü = Übung    L = Labor    Pr = Projekt    S = Seminar  
IPS = Ingenieurpädagogisches Seminar

### Leistungspunkte (CP / ECTS)

Die Leistungspunkte oder Kreditpunkte (englisch Credit Points, Abkürzung CP) werden nach dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) vergeben und dienen der quantitativen Erfassung der von den Studierenden erbrachten Arbeitsleistung.

Ein Leistungspunkt entspricht dabei einem Studienaufwand von 30 Stunden effektiver Studienzeit. Sie umfasst Präsenzzeiten, Vor- und Nachbereitung sowie Prüfungsvorbereitung. Ein Semester umfasst 30 CP, entsprechend 900 Arbeitsstunden. Der Umfang von Lehrveranstaltungen und die zugehörigen Leistungspunkte der einzelnen Lehrveranstaltungen sind in den Modulbeschreibungen angegeben. Leistungspunkte werden nur insgesamt für ein Modul vergeben und nur dann, wenn alle einem Modul zugeordneten Prüfungsleistungen und ggf. Prüfungsvorleistungen erfolgreich abgelegt wurden.

### Module

Module können sich aus verschiedenen Lehrveranstaltungen zusammensetzen. Wenn alle zu einem Modul gehörigen Prüfungsleistungen erbracht sind, werden dem Prüfungskonto Leistungspunkte gutgeschrieben und es wird die Note des Moduls berechnet.

### Modulhandbuch

Das Modulhandbuch definiert Lernergebnisse und Kompetenzen sowie Prüfungsleistungen zu den Lehrveranstaltungen eines Studiengangs.

### Studien- und Prüfungsordnung (SPO)

In der Studien- und Prüfungsordnung sind die Module je Semester mit zugeordneten Leistungspunkten und die zu erbringenden Prüfungsleistungen definiert.

### Prüfungsleistungen

Die Anmeldung für Prüfungsleistungen erfolgt über die studentische Leistungsverwaltung „SPV“ des Rechenzentrums ([rz.h-ka.de/spv](https://rz.h-ka.de/spv)). Der Prüfungszeitraum wird auf der Homepage bekannt gegeben ([www.h-ka.de](https://www.h-ka.de)).

### Wahlschwerpunkt

Wahlschwerpunktmodule können aus einem Wahlpflichtkatalog gewählt werden. Hier bieten sich Vertiefungsmodule aus dem eigenen oder den benachbarten Studiengängen an.

### **Vertiefung**

Vertiefungen dienen der Spezialisierung innerhalb des Studiengangs. Der Name der gewählten Vertiefung wird im Zeugnis ausgewiesen.

### **Wahlpflichtfach**

Wahlpflichtmodule werden gemäß den Vorgaben der Studienprüfung Teil B des jeweiligen Studiengangs gewählt. In einigen Studiengängen müssen sie vom Studiendekan genehmigt werden.

## Modulübersicht

Sem	MECHATRONIK				
1.	Personalführung und Management	Mathematische Algorithmen	Industrierobotik	Makro- und Mikromechatronische Systeme	F+E Projekt 1
2.	Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	Sichere cyber-physikalische Systeme	Systems Engineering	Eingebettete Systeme	F+E Projekt 2
<b>HAUPTSTUDIUM</b>					
3.	Wahlpflichtmodul	Master-Thesis			Abschlusskolloquium

Das Studium Master Mechatronik kann im Sommer- oder Wintersemester angefangen werden. Die Zuordnung der Module bleibt unabhängig 1. = Sommersemester und 2. = Wintersemester.

## MECM110 – Personalführung und Management

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM110 (s.a. MABM210, ASEM110)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Robert Weiß
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden können zentrale Konzepte der Personalführung und des Unternehmensmanagements anwenden, indem sie Denkweisen und Arbeitswerkzeuge des Human-Resource-Managements sowie Methoden des Finanz- und Rechnungswesens und der Businessplanentwicklung nutzen, um fundierte betriebswirtschaftliche Entscheidungen zu treffen und Personal- sowie Gründungsprozesse professionell zu gestalten. Im Bereich Personalführung sind die Studierenden in der Lage, zentrale Konzepte und Methoden der Personalführung anzuwenden, indem sie Denkweisen und Arbeitswerkzeuge des Human-Resource-Managements nutzen sowie gängige Instrumente der Personalentwicklung und -auswahl einsetzen. Dabei arbeiten sie insbesondere mit Mitarbeitenden der Personalabteilung zusammen, um Anforderungsprofile und Persönlichkeitsmerkmale für Stellen zu entwickeln, und wenden ihre Kompetenzen in der Durchführung von Personalgesprächen aus Bewerber- und Unternehmensperspektive an, um fundierte Entscheidungen in Bewerbungs- und Auswahlprozessen zu treffen sowie professionelle und zielgerichtete Personalprozesse zu gestalten. Im Bereich Unternehmensmanagement und Businessplan sind die Studierenden in der Lage, betriebswirtschaftliche Zusammenhänge zu analysieren und integrierte Entscheidungen vorzubereiten, indem sie Instrumente des Finanz- und Rechnungswesens sowie Verfahren der Kostenrechnung, Investitionsrechnung und Finanzierungsanalyse im Rahmen eines Businessplans anwenden, um Unternehmensgründungen zu planen, Finanzierungsalternativen zu bewerten und wirtschaftlich tragfähige Entscheidungen zu treffen. Dabei beurteilen sie Investitionen und Finanzierungsformen eigenständig und führen Preiskalkulationen für Produkte durch.	
<b>Prüfungsleistungen:</b> Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer unbenoteten, schriftlichen Ausarbeitung/Hausarbeit (Studienleistung XS/1S Personalführung) und einer Klausur (45 min) oder einer mündlichen Prüfung von 20 min (Unternehmensmanagement/Businessplan) bewertet. Die Prüfungsform in der Lehrveranstaltung Unternehmensmanagement/Businessplan wird zu Beginn des Semesters vom Dozenten bekannt gegeben. Prüfungsnummer MECM111.	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Personalführung</b>
LV-Bezeichnung:	MECM111
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Weiß und wechselnde Dozent/-Innen aus Industrie und Wirtschaft
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung und Seminar
Lehrsprache:	deutsch
<b>Studieninhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalgewinnung</li> <li>• Personalauswahl</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalbeurteilung</li> <li>• Personalentwicklung</li> <li>• Potentialanalyse</li> <li>• Teamwork und Konfliktmanagement</li> <li>• Assessmentcenter</li> <li>• Management und Leadership</li> </ul>
<p><b>Empfohlene Literatur:</b>          Berthel, Jürgen/Becker, Fred G.: Personalmanagement. Grundzüge für Konzeptionen betrieblicher Personalarbeit, Stuttgart;          Scholz, Christian: Grundzüge des Personalmanagements, München;          Stock-Homburg, Ruth: Personalmanagement. Theorien – Konzepte – Instrumente, Wiesbaden</p> <p>Alle genannten Werke jeweils in der aktuellen Auflage.</p>
<p>Anmerkungen: -</p>

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Unternehmensmanagement/Businessplan</b>
LV-Bezeichnung:	MECM112
Dozent/in:	Prof. Dr. Jörg Fischer
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übungen und Präsentationen, seminaristischer Unterricht, themenbezogenen Diskussionen, strukturiertes Eigenstudium Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
<p><b>Studieninhalte:</b>          Ausgewählte betriebswirtschaftliche Elemente eines Businessplans</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entscheidungskriterien zur Rechtsformwahl der Unternehmen</li> <li>• Geschäftsidee: Produkte und Dienstleistungen / Branche: Markt und Wettbewerb</li> <li>• Kosten- und Preiskalkulation, Preisfindung, Preispolitik</li> <li>• Überblick über die Finanzierungsarten- Innenfinanzierung, Außenfinanzierung, Kreditfinanzierung, Leasing, Factoring, Forfaitierung, Venture, Capital, Business Angels, Crowdfunding, Subventionen und Fördermittel, Kreditsicherheiten</li> <li>• Elemente des Finanzplans-/Investitions-/ Kapitalbedarfsplan, Liquiditätsplan, Plan-Gewinn- und Verlustrechnung, Plan-Bilanz</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Kennzahlen- Kennzahlen zur Vermögensstruktur, Kennzahlen zur Finanzlage, Kennzahlen zur Ertragslage</li> </ul>	
<p><b>Empfohlene Literatur:</b>          Coenberg, A. G.; Haller, A.; Mattner, G.; Schultz, W.: Einführung in das Rechnungswesen, 7. Aufl., Stuttgart, 2018.          Deimel, K.; Erdmann, G.; Isemann, R., Müller, S.: Kostenrechnung – Das Lehrbuch für Bachelor, Master und Praktiker, Hallbergmoos, 2017.          Hahn, Ch.: Die Finanzierung von Start-ups, 2. Aufl., Wiesbaden, 2018.          Nagl, A.: Der Businessplan. Geschäftspläne professionell erstellen Mit Checklisten und Fallbeispielen, 9. Aufl., Wiesbaden, 2018.          Perridon, L.; Steiner, M.; Rathgeber, A.: Finanzwirtschaft der Unternehmung, 17. Aufl., München, 2017.          Portisch, W.: Finanzierung im Unternehmenszyklus, 2. Aufl., Berlin u. Boston, 2016.</p>	

Ragotzky, S.; Schittenhelm, F. A.; Torasan, S.: Business Plan Schritt für Schritt, Konstanz und München, 2018.

Vogelsang, E.; Fink, C.; Bauman, M.: Existenzgründung und Businessplan. Ein Leitfaden für erfolgreiche Start-ups, Berlin, 2016.

Wöltje, J., Investition und Finanzierung, 2. Aufl., Freiburg, München, Stuttgart, 2017.

Wöltje, J.: Kosten- und Leistungsrechnung, 2. Aufl., Freiburg, München, Stuttgart 2016.

Wöltje, J.: Betriebswirtschaftliche Formeln, 5. Aufl., Freiburg, 2018.

#### Anmerkungen:

Die Veranstaltung vermittelt:

- 50 % Fachkompetenz,
- 20 % Methodenkompetenz,
- 20 % persönliche Kompetenz,
- 10 % Sozialkompetenz

Lehr-/Lernmethode:

- Vorlesungen
- Seminaristischer Unterricht
- Themenbezogene Diskussionen
- Übungen und Präsentationen
- • Strukturiertes Eigenstudium

## MECM120 – Mathematische Algorithmen

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM120 (s.a. ASEM220A)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Helfrich-Schkarbanenko
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Lehrveranstaltungen zur Höheren Mathematik
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung verfügen die Studierenden über fundierte Kenntnisse in der Modellierung und Lösung mathematischer Problemstellungen aus verschiedenen Anwendungsfeldern:</p> <p><b>Graphentheoretische Probleme:</b> Die Studierenden können ungerichtete und gerichtete Graphen analysieren, Erreichbarkeitsmatrizen aufstellen, Spannbäume berechnen und Eulerkreise identifizieren. Hierfür wenden sie mathematische Werkzeuge wie Adjazenz- und Erreichbarkeitsmatrizen sowie algorithmische Verfahren wie den Algorithmus von Prim an. Dadurch sind sie in der Lage, effiziente Netzwerkstrukturen zu modellieren, komplexe Verbindungen in technischen Systemen zu optimieren und Aufgabenstellungen aus der Informatik und Logistik systematisch zu lösen.</p> <p><b>Lineare Optimierungsprobleme:</b> Die Studierenden können lineare Optimierungsprobleme formulieren, graphisch darstellen und mit dem Simplex-Verfahren methodisch lösen. Dazu nutzen sie Konzepte wie die Standardformulierung linearer Probleme, grafische Interpretationsmethoden und den primären Simplex-Algorithmus. Auf dieser Grundlage können sie ökonomische und technische Entscheidungsprobleme modellieren, optimale Lösungen identifizieren und Entscheidungsprozesse analytisch unterstützen.</p> <p><b>Nichtlineare Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen:</b> Die Studierenden können nichtlineare Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen analysieren und geeignete Lösungsstrategien entwickeln und anwenden. Sie bedienen sich dazu analytischer Werkzeuge wie Optimalitätskriterien, Hesse-Matrix und Eigenwertanalyse sowie numerischer Verfahren wie Gradienten- und Newton-Verfahren. Dadurch sind sie befähigt, komplexe, nichtlineare Systeme aus Technik, Wirtschaft und Naturwissenschaften mathematisch präzise zu optimieren und innovative Lösungswege zu erschließen.</p> <p><b>Nichtlineare Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen:</b> Die Studierenden erkennen Optimierungsprobleme mit Gleichungs- und Ungleichungsrestriktionen und können Lösungsvorschläge bewerten. Sie nutzen die Lagrange-Multiplikatorenregel und wenden diese sowohl analytisch als auch rechnerisch an. Damit sind sie in der Lage, reale komplexe Optimierungsprobleme, etwa aus der Steuerungs- und Regelungstechnik, systematisch zu analysieren und praktikable Lösungen zu entwickeln.</p> <p><b>Ausgleichsprobleme:</b> Die Studierenden können Ausgleichsprobleme mathematisch formulieren und stabile Lösungen mittels linearer Ausgleichsrechnung, Pseudoinversen und Regularisierungstechniken entwickeln. Dazu wenden sie die Normalengleichung an und integrieren Regularisierungsansätze in die Lösung unsicherer oder überbestimmter Systeme. Auf dieser Grundlage sind sie in der Lage, empirische</p>	

Daten robust auszuwerten, Modelle zu erstellen und unsichere Systembeobachtungen mathematisch zuverlässig zu verarbeiten.

#### Neuronale Netze:

Die Studierenden können neuronale Netze mathematisch modellieren, Trainingsalgorithmen wie die Delta-Regel und Backpropagation umsetzen und deren Anwendung auf Klassifikationsaufgaben wie dem MNIST-Datensatz bewerten. Dabei greifen sie auf mathematische Modelle neuronaler Netze sowie analytische und numerische Lernverfahren zurück. Damit erwerben sie grundlegende Kompetenzen im Bereich des maschinellen Lernens und sind in der Lage, erste datengetriebene Modelle selbstständig zu entwickeln und kritisch zu reflektieren.

#### Kalman-Filter:

Die Studierenden können Kalman-Filter mathematisch herleiten, in MATLAB implementieren und für zeitdiskrete dynamische Systeme anwenden, um Zustände unter Berücksichtigung von Rauscheinflüssen zu schätzen. Hierfür nutzen sie Zustandsraumbeschreibungen, Kovarianzmatrizen und Kenntnisse über stochastische Prozesse. Sie sind dadurch befähigt, präzise Schätzungen dynamischer Systeme vorzunehmen und robuste Verfahren für Anwendungen in Bereichen wie Automatisierung, Fahrzeugtechnik und Robotik zu entwickeln.

Die Studierenden beherrschen grundlegende und fortgeschrittene Verfahren der Optimierung und Signalanalyse. Sie sind in der Lage, diese Verfahren analytisch zu durchdringen, algorithmisch umzusetzen und praxisnah mit z. B. MATLAB oder PYTHON anzuwenden. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden durch freiwillige Programmieraufgaben ihre Problemlösekompetenz und ihr Verständnis komplexer Zusammenhänge weiter, was durch Bonuspunkte in der Klausur anerkannt wird. Durch diese Kompetenzen sind sie in der Lage, komplexe technische, naturwissenschaftliche und wirtschaftliche Problemstellungen strukturiert zu analysieren, mathematisch zu formulieren und algorithmisch zu lösen. Dies bildet eine wertvolle Grundlage für anspruchsvolle Aufgabenstellungen in Forschung, Entwicklung und Industrie.

#### Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung in Form einer Klausur im Umfang von 90 min oder mündliche Prüfung 20 min. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

Prüfungsnummern: MECM121 (s.a. ASEM221)

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Mathematische Algorithmen</b>
LV-Bezeichnung:	MECM121 (s.a. ASEM221A)
Dozent/in:	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Helfrich-Schkarbanenko
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS / 6 CP
Turnus:	jährlich, jedes Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierten Übungen
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<p>Im Laufe des Semesters werden 7 große Themen (jeweils verteilt auf ca. 4 Blöcke) behandelt und entsprechende Problemstellungen und zugehörige Lösungsverfahren/Algorithmen vorgestellt.</p> <p><b>Graphen:</b> Un-/gerichteter Graph, Adjazenzmatrix, Pfadlänge, Erreichbarkeitsmatrix, Euler-Kreis, Eulersche Kantenzug, Algorithmus von Prim, Spannbaum</p> <p><b>Lineare Optimierung:</b> Standardform der Problemstellung, graphische Lösung, Charakterisierung des Optimums eines Linearen Problems, zulässige Basislösung, Simplex-Algorithmus, Primaler Simplex-Algorithmus,</p> <p><b>Nichtlineare Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen:</b> Minimierungsproblem für Funktionen mehrerer Veränderlichen, Optimalitätskriterium (notwendig, hinreichend), Hesse-Matrix und Eigenwerte, Gradientenverfahren ohne Schrittweitensteuerung, mit Armijo-Schrittweitensteuerung, Newton-Verfahren Konvergenzaussage, Vorteile/Nachteile</p> <p><b>Nichtlineare Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen:</b> Minimierungsproblem, Lagrange-Multiplikatorenregel, Satz von Minima und Maxima, Optimierungsprobleme mit Gleichungs- und Ungleichungsrestriktionen, Minimierungsproblem, Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen</p> <p><b>Ausgleichsrechnung:</b> Lineare Ausgleichsrechnung, Normalengleichung, Pseudoinverse, Regularisierung</p> <p><b>Neuronale Netze:</b> Das mathematische Modell, Lineare Netze mit minimalem Fehler, Lernproblem, Normalengleichung, Delta-Regel (Gradientenabstieg), Delta-Lernen (inkrementell), Logistische Regression, Backpropagation-Algorithmus, MNIST-Datensatz</p> <p><b>Kalman-Filter:</b> Zeitdiskretes Signal, gleitender Mittelwert, Zustandsraumbeschreibung eines zeitkontinuierlichen Signals, Zustandsraumbeschreibung eines zeitdiskreten Signals, Rauschen, Zufallsvariable (eindimensional, zweidimensional), Kovarianzmatrix, Kalman-Filter</p> <p>Die Vorlesungsinhalte werden durch zahlreiche MATLAB-Programmierbeispiele verdeutlicht.</p>
Empfohlene Literatur:	A. Helfrich-Schkarbanenko: Mathematische Algorithmen, Skript, 2025 (Versionen auf Deutsch, Englisch sowie Französisch). Die Begleitliteratur ist im Skript angegeben.
Anmerkungen:	Für freiwillige Programmieraufgaben erhalten Studierende Klausurbonuspunkte.

## MECM130 –Industrierobotik

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM130 (s.a. MABM130A)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierende können die Lage und Orientierung von Industrierobotern mittels Eulerwinkeln, Eulerparametern, Quaternionen und Denavit-Hartenberg-Parametern beschreiben. Sie verstehen, wie die Newton-Euler-Gleichungen in der Simulation von Robotern genutzt werden können. Sie sind in der Lage die beschriebenen Berechnungen analytisch oder unter Zuhilfenahme geeigneter Simulationssoftware zu bewältigen. Außerdem können sie Bewegungsprofile der Antriebe für verschiedene Verfahrenstypen wie zum Beispiel Point-to-Point, synchrone Point-to-Point und Continuous Path Bewegungen designen. Diese typischen Verfahrensbewegungen können sie dann auch am Ende der Veranstaltung programmatisch mit den Schulungszellen umsetzen. Die Studierenden sind in der Lage programmatische Lösungen für Roboteranwendungen, inklusive der Einbindung von Kamerasystemen zu erstellen.	
<b>Prüfungsleistungen:</b> KI/45 o. MP/20 in Roboterkinetik sowie in Roboterprogrammierung eine benotete praktische Arbeit + unbenotetes Bestehen des Roboterlabors (XS/1S: Übungen an der Roboterzelle und Matlab-Übungen) aus beiden Vorlesungen. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Prüfungsnummern MECM131, MECM132	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Roboterprogrammierung</b>
LV-Bezeichnung:	MECM131
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 2 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierten praktischen Übungen
Lehrsprache:	deutsch
<b>Studieninhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen und Handhaben der verschiedenen Roboterkoordinatensysteme und Roboterbewegungen sowie die Probleme dabei in der Praxis</li> <li>• Steuern von Ausgängen, Einlesen von Eingängen</li> <li>• Online-Programmierung</li> <li>• Offline-Programmierung</li> <li>• Integration weiterer Sensoren wie z.B. Kameras</li> <li>• Benutzerinteraktion</li> </ul>	
<b>Empfohlene Literatur:</b> Vorlesungsunterlagen, Kuka-Unterlagen, ggf. ROS2-Tutorials und Unterlagen	
Anmerkungen:	-

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Roboterkinetik</b>
LV-Bezeichnung:	MECM132 (s.a. MABM132A)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller / Prof. Dr.-Ing. Peter Becker
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 2 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung und Übung (Rechnen und Programmieren)
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	Kinematik von Robotersystemen: Freiheitsgrade von Mechanismen, Beschreibung der Lage und Orientierung von Körpern im Raum: Rotationsmatrizen, Eulerwinkel, Eulerparameter, Homogene Koordinaten/Denavit Hartenberg-Parameter, Mehrkörperdynamik; Verfahrensmethoden: PTP, synchrone PTP, CP; Jacobimatrix; Anwendung von Simulationssoftware zur Durchführung der oben genannten Berechnungen
Empfohlene Literatur:	Bruno Siciliano, Lorenzo Sciavicco , Luigi Villani , Giuseppe Oriolo: Robotics: Modelling, Planning and Control; Peter Corke: Robotics, Vision and Control
Anmerkungen:	-

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Roboterlabor</b>
LV-Bezeichnung:	MECM133 (s.a. MABM133A)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Catherina Burghart / Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller / Prof. Dr.-Ing. Peter Becker
Umfang (SWS/ECTS):	1 SWS / 2 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Labor
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	Hier werden die beiden oben genannten Veranstaltungen mit Übungen vertieft: In Roboterkinetik müssen Berechnungen mittels Simulationssoftware durchgeführt werden. In Roboterprogrammierung müssen Pflichtaufgaben am Roboter zu essenziellen Kapiteln erfolgreich abgelegt werden.
Empfohlene Literatur:	Peter Corke: Robotics, Vision and Control
Anmerkungen:	-

## MECM140 – Makro- und Mikromechatronische Systeme

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM140
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Martin Simon
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> <p>Die Studierenden kennen Herstellungsrouten, Aufbau und Eigenschaften makro- und mikromechatronischer Systeme sowie damit verbundene Geräte und Anlagen. Sie werden mit themenspezifischen Nachhaltigkeitsaspekten vertraut gemacht.</p> <p>Im Rahmen der makromechatronischen Systeme können sie durch Kenntnisse der zugrundeliegenden physikalischen und mathematischen Prinzipien Komponenten auswählen und dimensionieren, Schnittstellen auswählen und Informationsflüsse definieren, mechatronische Systeme planen, entwerfen und entwickeln, sowie Methoden der 2D- und 3D-Bildverarbeitung auf algorithmischer und KI-Basis anwenden.</p> <p>Im Rahmen der mikromechatronischen Systeme haben die Studierenden „Bottom-up“ Kenntnis der Standard-Herstellungsmethoden der Mikrosystemtechnik (Oberflächen- und Tiefenstrukturierung) und sind in der Lage, diese zu einem Prozessflow zu kombinieren, um grundlegende Strukturen (z.B. einfache MOS-Komponenten, Drucksensoren, bewegte Interdigitalelektroden) herzustellen.</p> <p>Die Inhalte des Moduls enthalten Wissen zur Planung und Aufbau von mechatronischen Systemen unter Einbezug von Nachhaltigkeitsaspekten. Das Beherrschen dieser Inhalte ist wesentlich für die Entwicklung und die Anwendung mikro- und makromechatronischer Systeme.</p>	
<b>Prüfungsleistungen:</b> MECM141: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20 min) MECM142: Benotetes Referat (20 min) MECM143: unbenotete Projektarbeit mit Referat (XS/1S)	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Industrielle Mechatronische Systeme</b>
LV-Bezeichnung:	MECM141
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Martin Simon
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 2 CP
Turnus:	Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
<b>Studieninhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften mechatronischer Systeme, Geräte und Anlagen</li> <li>• Planung, Entwurf und Entwicklung mechatronischer Systeme</li> <li>• Komponenten mechatronischer Systeme</li> <li>• Mechanische Systeme</li> <li>• Sensorsysteme</li> <li>• 2D/3D-Bildverarbeitung und Digitalisierung</li> <li>• Aktorsysteme</li> <li>• Steuerungs- und Regelsysteme</li> <li>• Schnittstellen mechatronischer Systeme</li> <li>• Beschreibung technischer Systeme</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agiles Projektmanagement</li> <li>• Industrielle Anwendungen mechatronischer Systeme anhand von Werkzeugmaschinen, additiven Fertigungsmaschinen, mechatronischen Prüfsystemen, 3D-Computertomographen, Roboter, sowie automatisierter Fertigung</li> </ul>
<b>Empfohlene Literatur:</b> Horst Czichos: Mechatronik, Grundlagen und Anwendungen technischer Systeme, 3. Auflage oder aktueller, Springer, 2015. Rolf Isermann - Mechatronische Systeme, 2. Aufl. oder aktueller, Springer, 2008.
<b>Anmerkungen:</b> -

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Seminar Mechatronische Systeme</b>
LV-Bezeichnung:	MECM142
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Martin Simon
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 2 CP
Turnus:	Sommersemester
Art und Modus:	Projektseminar
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
<b>Studieninhalte:</b> Die Studierenden bearbeiten aktuelle Forschungsthemen aus der industriellen Mechatronik und stellen die Ergebnisse anhand eines Referats dar.	
<b>Empfohlene Literatur:</b> -	
<b>Anmerkungen:</b> -	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Mikrosystemtechnik</b>
LV-Bezeichnung:	MECM143
Dozent/in:	Prof. Dr. rer. nat. Olivier Schecker
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 2 CP
Turnus:	jährlich
Art und Modus:	Vorlesung mit Hausarbeit und Referat
Lehrsprache:	deutsch
<b>Studieninhalte:</b> In der Vorlesung werden verschiedene Aspekte der Herstellung von Mikrosystemen beleuchtet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Silizium Gewinnung und Wafer Herstellung</li> <li>• Fotolithographie</li> <li>• Vakuum: Definition und Herstellung, Pumpprinzipien, Druckmessröhren</li> <li>• Dünnschichtprozesse: Oxydation, PVD, CVD, ALD, Sol-Gel</li> <li>• Dotieren</li> <li>• Oberflächenätzen: Nass, Plasma</li> <li>• Tiefenätzen: Nass, Plasma</li> <li>• Prozessflow ausgewählter Strukturen</li> <li>• Im Rahmen des Referats und der Hausarbeit wird von den Studenten ein bestimmtes Thema rund um die Mikrosystemtechnik aufgegriffen und präsentiert</li> </ul>	
<b>Empfohlene Literatur:</b> Sabine Globisch: „Lehrbuch Mikrotechnologie“; Carl Hanser Verlag; ISBN: 3446425608 Gerlach, Dötzel: „Einführung in die Mikrosystemtechnik“; Carl Hanser Verlag; ISBN: 3446225587 Madou, M.: “Fundamentals of Microfabrication”; CRC Press; ISBN: 0-8493-9451-1	
<b>Anmerkungen:</b> -	

## MECM150 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM150 (s.a. ASEM150, MABM150)
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein komplexes ingenieurwissenschaftliches Forschungs- oder Entwicklungsprojekt eigenständig im Team zu analysieren, zu strukturieren, zu planen, umzusetzen sowie hinsichtlich Zielerreichung kritisch zu bewerten, indem sie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auch unvollständige oder diffuse Aufgabenstellungen systematisch hinterfragen, präzisieren und in überprüfbare Projektziele überführen,</li> <li>• geeignete Methoden aus Forschung, Entwicklung und Projektmanagement begründet auswählen und anwenden,</li> <li>• Projektstruktur, Arbeitspakete, Zeitplanung, Ressourcen und Verantwortlichkeiten konsistent festlegen und dokumentieren,</li> <li>• technische, organisatorische und ggf. experimentelle Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren sowie</li> <li>• Projektergebnisse adressatengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und verteidigen,</li> </ul> um komplexe Aufgabenstellungen aus Forschung und industrieller Entwicklung unter realistischen Randbedingungen (z. B. Unsicherheit, Zielkonflikte, Ressourcenbegrenzung) erfolgreich bearbeiten zu können und auf weiterführende Projekt-, Forschungs- oder Masterarbeiten vorbereitet zu sein.	
<b>Prüfungsleistungen:</b> Die Bewertung erfolgt anhand einer praktischen Projektarbeit, einer schriftlichen Ausarbeitung in Form eines Projektberichts (Studienarbeit) sowie einer mündlichen Präsentation der Projektergebnisse (Referat). Alle Prüfungsbestandteile beziehen sich auf dasselbe Projekt und bewerten sowohl das Ergebnis als auch das methodische Vorgehen.	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1</b>
LV-Bezeichnung:	MECM151 (s.a. ASEM151, MABM151)
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS/6 CP, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projektarbeit
Lehrsprache:	-
<b>Studieninhalte:</b> In der Lehrveranstaltung bearbeiten Studierende in Teams (ca. 2–6 Personen) ein ingenieurwissenschaftliches Forschungs- oder Entwicklungsprojekt mit wechselnden Themenstellungen. Die Projekte werden in der Regel von Professorinnen und Professoren der Fakultät initiiert und sind häufig im Kontext angewandter Forschung angesiedelt.	

Typische Inhalte und Arbeitsschritte sind u. a.:

- Analyse und Präzisierung der Aufgabenstellung sowie Ableitung von Projektzielen
- Auswahl und Anwendung geeigneter Entwicklungs-, Forschungs- oder Projektmanagementmethoden
- Strukturierung des Projekts in Arbeitspakete inkl. Zeit- und Ressourcenplanung
- Bearbeitung technischer Fragestellungen (z. B. Konzeption, Modellierung, Simulation, Experiment, Implementierung)
- Dokumentation der Vorgehensweise und Ergebnisse
- Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse

Bei umfangreichen Aufgabenstellungen kann eine thematische Fortsetzung im zweiten Semester erfolgen.

Empfohlene Literatur: abhängig von der jeweiligen Projektaufgabenstellung.

## MECM210 – Künstliche Intelligenz und Datenanalyse

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM210 (s.a. MABM210, ASEM110)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Grundlagen der Informatik mit Programmierung in Python
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: Die Studierenden können:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten und Funktionsweisen kognitiver Systeme analysieren, indem sie Wissensrepräsentationen erzeugen und Algorithmen der Mustererkennung und des maschinellen Lernens anwenden, um geeignete Modelle für Entscheidungs- und Klassifikationsaufgaben zu entwickeln</li> <li>• Verfahren des maschinellen Lernens und der Klassifikation bewerten, indem sie Lernstrategien (z. B. überwacht, unüberwacht) auswählen, Trainings- und Testdaten analysieren und Modelle trainieren, um datenbasierte Entscheidungen im technischen Umfeld zu ermöglichen</li> <li>• grundlegende Methoden der Data Science anwenden, indem sie strukturierte und unstrukturierte Daten aufbereiten, explorativ analysieren, visualisieren und geeignete Algorithmen zur Mustererkennung auswählen, um aus Produktions-, Sensor- oder Messdaten verwertbare Informationen zu extrahieren</li> </ul>	
KI-basierte Auswertungen für ingenieurtechnische Systeme umsetzen, indem sie Klassifikatoren trainieren, evaluieren und Ergebnisse interpretieren, um datengetriebene Optimierungen in Engineering- und Produktionskontexten abzuleiten.	
Prüfungsleistungen: Projektarbeit mit Präsentation oder mündliche Prüfung von 20 min. Prüfungsnummer MECM211	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Verfahren der Künstlichen Intelligenz</b>
LV-Bezeichnung:	MECM211 (s.a. ASEM111, MABM211)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenaufbereitung und Handling, Data Frames, PCA, Data Augmentation</li> <li>• Typische Klassifikationsverfahren: Bayes, Decision Tree, Random Forest, SVM, Perzeptron, Neuronale Netze</li> <li>• Klassifikatordesign</li> <li>• Regression</li> <li>• Hidden Markov Modelle</li> <li>• Überwachtes- und unüberwachtes Lernen, Analytisches Lernen, Regelbasiertes Lernen</li> <li>• Wissensrepräsentation</li> </ul>	
Empfohlene Literatur: Nilsson, N. J.: Introduction to Machine Learning, Stanford University, Stanford, 2005.	

Russell S.J.; Norvig P.: Artificial Intelligence. A Modern Approach, 3. Aufl., Pearson, Boston; München, 2010  
 Bishop C. M.: Pattern Recognition and Machine Learning, 5. Aufl, Springer, New York, 2007  
 Witten I. H.; Frank E.; Hall M. A.: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 3. Aufl., Morgan Kaufman, Amsterdam; Heidelberg, 2011  
 Mitchell T.: Machine Learning, McGraw Hill, Boston, 1997  
 Riolo R.; Vladislavleva E.; Ritchie M. D.; Moore J. H.: Genetic Programming Theory and Practice X, Springer, New York, 2013  
 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Machine Learning, Springer, 2017  
 Duda, R. O.; Hart, P. E.; Stork, D. G.: Pattern Classification, Wiley, New York; Weinheim, 2001  
 Aktuelle Konferenz- und Zeitschriftenartikel

Anmerkungen: -

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Data Science für Ingenieure</b>
LV-Bezeichnung:	MECM212 (s.a. ASEM112, MABM212)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Peter Offermann
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<p>Die Studierenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten aus technischen Systemen erfassen, bereinigen und analysieren (z. B. Sensordaten, Maschinendaten),</li> <li>• Explorative Datenanalyse und Visualisierung durchführen (z. B. mit Python, Pandas, Matplotlib, Seaborn),</li> <li>• maschinelle überwachte und nicht überwachte Lernverfahren zur Mustererkennung spezifizieren und implementieren,</li> <li>• Analyseverfahren für Zeitreihenprobleme spezifizieren und implementieren,</li> <li>• Verfahren des Reinforcement Learning anwenden,</li> <li>• den Entwicklungsprozess für Software- und KI Modelle verstehen und Kernkomponenten daraus anwenden,</li> <li>• Daten über gängige Schnittstellenprotokolle (JSON-Rest mit z.B. FastAPI, MQTT, OPC-UA) in Python ansprechen,</li> <li>• Ergebnisse datenbasierter Analysen technisch interpretieren und zur Prozessoptimierung nutzen</li> </ul>
Empfohlene Literatur:	<p>VanderPlas, J.: Python Data Science Handbook, O'Reilly          McKinney, W.: Python for Data Analysis          Frochte, Jörg: Maschinelles Lernen, Hanser, Hanser Verlag          Ralf Otte, Künstliche Intelligenz für Dummies, Wiley-VCH          Rupp, Queins, Sophiten; UML 2 glasklar; HanserVerlag          Aktuelle Jupyter-Notebooks und Online-Ressourcen</p>
Anmerkungen:	-

## MECM220 – Sichere cyber-physikalische Systeme

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM220 (s.a. ASEM120)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Reiner Kriesten
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Kenntnisse der Informatik und der Mathematik entsprechend dem Bachelor-Niveau in einem technisch orientierten Studiengang.
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden können Security-Mechanismen in cyber-physischen Systemen analysieren und bewerten, indem sie kryptographische Verfahren wie Hashfunktionen und Message Authentication Codes (MACs) sowie deren Wirkprinzipien anwenden, um Integrität und Authentizität von Daten in technischen Systemen zu gewährleisten. Sie können Bedrohungen und Angriffsszenarien in vernetzten Systemen identifizieren und strukturieren, indem sie geeignete Methoden der Security-Analyse einsetzen und typische Angriffsformen berücksichtigen, um Schwachstellen in cyber-physischen Systemen systematisch zu erkennen. Sie können Konzepte zur Absicherung von Kommunikations- und Softwaresystemen entwickeln und bewerten, indem sie Verfahren des Key-Managements sowie geeignete Security-Mechanismen einsetzen, um Systeme gegen Manipulation und unbefugte Zugriffe zu schützen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Sie können Security-Systeme analysieren und weiterentwickeln, indem sie Analyseergebnisse interpretieren und geeignete technische Maßnahmen ableiten, um die Security von cyber-physischen Anwendungen nachhaltig zu verbessern.</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 min oder mündliche Prüfung von 20 min. Prüfungsvorleistung XP Abgabe Programmierübung oder nach Absprache. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Prüfungsnummer MECM121	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Cyber-Physical Security</b>
LV-Bezeichnung:	MECM221
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Reiner Kriesten
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS / 6 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierten Übungen
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
<b>Studieninhalte:</b> Die Vorlesung vermittelt folgende Inhalte, die insbesondere anhand von integrierten Übungen vertieft werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>Auswirkungen und Technikfolgenabschätzung bei Betrieb/ Entwicklung unsicherer, cyber-physikalischer Systeme</li> <li>mathematische Grundlagen der Kryptographie</li> <li>Eigenschaften sicherer/unsicherer Kommunikationskanäle und Prinzipien zur Realisierung von Security-Zielen (Confidentiality, Integrity, Availability, Authenticity)</li> <li>Analyse klassischer kryptographischer Algorithmen, symmetrische (DES, AES) und Public-Key (RSA, Diffie-Hellman, ECC) Algorithmen</li> </ul>	

- Verschlüsselungstechnologien, Signaturen, Hashes, MAC, Zertifikate, Key Management
- Einblicke in holistische Security-Konzepte von cyber-physikalischen Systemen (Firewall, End-2-End Protection, ...)

**Empfohlene Literatur:**

Skript und Foliensatz zur Vorlesung, Reiner Kriesten

Buch Understanding Cryptography, Pelzl, Paar, Springer-Verlag

Anmerkungen:

-

## MECM230 – Systems Engineering

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM230
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Laura Comella / Prof. Dr.-Ing. Norbert Skricka
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse in ausgewählten Gebieten der Systementwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügen über Kenntnisse in der Anwendung systemtechnischer Methoden zur Analyse, Strukturierung und Umsetzung technischer Systeme, insbesondere unter Berücksichtigung funktionaler, physikalischer und informationstechnischer Zusammenhänge</li> <li>• Verfügen über Kenntnisse in der Modellierung komplexer mechatronischer, insbesondere elektromechanischer Systeme, deren numerische Simulation und Optimierung.</li> </ul> <p>Im Bereich der Systementwicklung sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemisches Denken anzuwenden, um komplexe technische Probleme zu analysieren und zu lösen,</li> <li>• Ein System zu definieren und in handhabbare Subsysteme und Komponenten zu zerlegen,</li> <li>• Lebenszyklusphasen gemäß internationalen Standards des Systems Engineering zu modellieren,</li> <li>• Anforderungen zu integrieren, Risiken zu managen und Kompromisse zu bewerten,</li> <li>• In interdisziplinären Teams effektiv zu arbeiten und Projektergebnisse strukturiert zu verwalten</li> </ul> <p>Im Bereich der Modellbildung und Simulation sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle unterschiedlicher Detaillierungstiefe von elektrischen und mechanischen Komponenten zu erstellen- Sie sind in der Lage die Modelle in eine Simulationsumgebung zu übertragen,</li> <li>• Möglichkeiten zur Systemoptimierung anwenden</li> <li>• MATLAB/SIMULINK erarbeitete Parameter und Funktionen in eigene Implementierungen zu übertragen.</li> <li>• eigenständig Ansätze in Form von Differenzialgleichungen für mechatronische Systeme zu formulieren.</li> <li>• die Möglichkeiten und den sinnvollen Einsatz der Modellbildung und Simulation für die Entwicklung mechatronischer in Industrie und Forschung einzuschätzen.</li> <li>• Methoden zur Beschreibung, Modellierung und Simulation elektromechanischer Systeme anzuwenden.</li> </ul> <p>Mit Systems Engineering wird eine Verbindung der meisten Inhalte des Studiums hinsichtlich der praktischen Anwendung geschaffen.</p>	
<p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <p>Die Kenntnisse der Studierenden im Teil Systems Engineering MECM231 werden in Form einer vorlesungsbegleitenden Praktischen Prüfungsleistung (PA/1S) bewertet.</p> <p>Die Kenntnisse der Studierenden im Teil Modellbildung und Simulation MECM232 werden in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) von 60 min Dauer bewertet.</p> <p>Die Modulnote für MECM230 setzt sich zu gleichen Teilen aus den Vorlesungen MECM231 und MECM232 zusammen.</p>	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Systems Engineering</b>
LV-Bezeichnung:	MECM231
Dozent/in:	Prof. Laura Comella
Umfang (SWS/ECTS):	3 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus: (V+Ü)	Vorlesung mit integriertem Labor und Hausübungen zur Vorbereitung
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte:	<p>Im Rahmen dieser Vorlesung werden sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Anwendungen des Systems Engineering umfasst und den Studierenden die Werkzeuge und Methoden vermittelt, um Systemgrenzen zu definieren, Lebenszyklusphasen zu modellieren und Anforderungen von Kunden in robuste, kosteneffiziente und nachhaltige Lösungen zu integrieren. Im Verlauf des Moduls lernen die Studierenden, wie man ein Projekt von einer ersten Idee zu einem einsatzfähigen Hardware- oder Softwaresystem weiterentwickelt, welches die vom Kunden definierten Leistungs-, Kosten- und Zeitvorgaben erfüllt. Anhand von Beispielen aus der realen Technikpraxis wird gezeigt, wie Systeme konzipiert, spezifiziert, entworfen, verifiziert, validiert und gewartet werden.</p> <p>Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem Einsatz strukturierter Prozesse und Werkzeuge wie Anforderungsanalyse, Architekturmodellierung, Risikomanagement, Konfigurationskontrolle sowie Planung und Durchführung von Verifikations- und Validierungsaktivitäten. Die Studierenden erwerben ein fundiertes Verständnis der Fachsprache und Konventionen, die weltweit von Systems Engineers verwendet werden, und lernen, disziplinübergreifend effektiv zusammenzuarbeiten.</p>
Empfohlene Literatur:	INCOSE Systems Engineering Handbook (V5.0), INCOSE System Engineering vision 2035
Anmerkungen:	-

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Modellbildung und Simulation</b>
LV-Bezeichnung:	MECM232
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Norbert Skricka
Umfang (SWS/ECTS):	3 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung und Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<p>Im Rahmen dieser Vorlesung werden im ersten Teil zunächst die Methoden zur Modellierung und Untersuchung elektromechanischer Systeme vermittelt. Dazu zählen unter anderem die Beschreibung der Systeme durch Kennfelder, Integralparameter, gekoppelte Differentialgleichungen, deren spezielle Lösungen oder die Netzwerkmethod. Anhand von praxisrelevanten Teilsystemen werden Modelle unterschiedlicher Detaillierungstiefe entwickelt und Methoden zum Abgleich der Modelle vermittelt.</p> <p>Im zweiten Teil der Vorlesung werden konkrete Beispiele in Übungen behandelt. Es wird gezeigt, wie Systemgleichungen aufgestellt, Systemparameter bestimmt und das System simuliert wird. Experimente zeigen die Güte der Systemmodellierung. Beispiele sind:</p> <p>Kennlinien und Kennfelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die einfachsten nichtlinearen Modelle bilden Kennlinien und Kennfelder. Beschreibungen mittels Interpolation und Approximation werden in MATLAB umgesetzt.</li> </ul>

- Stationäre und instationäre Wärmeleitung am Beispiel einer Kühlrippe:
- Modellbildung mit Netzwerken und deren numerische Lösung im Vergleich zu FEM-Simulationen.

Selbsterregtes Pendel:

- Modellbildung eines Pendels, das durch ein Schwungrad zu Schwingungen erregt wird. Aufstellen der Bewegungsgleichungen, Experimente mit vorgegebenem Antriebsmoment mit dem Ziel eines Überschlags des Pendels. Erweiterung des Systems mit Modellen eines DC-Motors und Beschleunigungssensoren zur Steuerung des Systems.
- Elektromagnetisches Hydraulikventil:
- Modellbildung der elektrischen, magnetischen, mechanischen und hydraulischen Teilsysteme und numerische Simulation in MATLAB/SIMULINK

Einfaches Magnetlager:

- Beginnend mit einer weitgehend linearen Beschreibung des Systems (Modellbildung der elektrischen, magnetischen, mechanischen Teilsysteme und Entwurf eines linearen Reglers) und numerische Simulation in MATLAB/SIMULINK wird die Detaillierungstiefe des Modells hin zu einer nichtlinearen Beschreibung erweitert und in Experimenten deren Auswirkungen auf das Systemverhalten untersucht.

Empfohlene Literatur: Skriptum zur Vorlesung

Anmerkungen:

-

## MECM240 – Eingebettete Systeme

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM240 (s.a. ASEM230A)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Tobias Baas
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Kenntnisse der Informatik entsprechend dem Bachelor-Niveau (Informatik I, Informatik II) in einem technischen Studiengang. Zustandsraumregler, Matlab / Simulink, Differentialgleichungen / Lagrange.
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse in ausgewählten Gebieten der Informatik und Regelungstechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Linux, versteht Prozesse, Threads, Scheduling, Prioritäten</li> <li>• Prozesse/Threads erzeugen und attributieren</li> <li>• Komponentenarchitekturen, Komponenten erzeugen, Namen, Prioritäten und Kontexte</li> <li>• Kommunikation mit anderen Komponenten implementieren</li> <li>• Interprozesskommunikation (IPC) für Komponenten.</li> <li>• Events über SharedMemory und globale Speicher verschicken</li> <li>• Zustandsautomaten nach der Aufzählungsmethode und gemäß dem State-Pattern implementieren</li> <li>• Anbindung von Sensoren und Aktuatoren: Können mit Devices umgehen, können A/D-Wandler, Beschleunigungssensoren in eigene Klassenimplementierungen einbinden</li> <li>• Zustandsregler entwerfen und implementieren.</li> <li>• Können in MATLAB/Simulink erarbeitete Parameter und Funktionen in eigene Implementierungen übertragen.</li> <li>• Sind in der Lage, eigenständig z.B. mit Hilfe von Lagrange Ansätzen Differenzialgleichungen für mechatronische Systeme zu formulieren.</li> </ul> Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> <li>• in verteilten Build-Prozessen inklusive Fehlerbehebung und der Verwendung der Build-Toolkette</li> <li>• in ausgewählten Programmierertechniken für sichere, eingebettete Systeme</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 min oder mündliche Prüfung 20 min. Dies wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben. Vorlesungsbegleitend wird ein Projekt als Prüfungsvorleistung bearbeitet.	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Embedded Systeme</b>
LV-Bezeichnung:	MECM241 (s.a. ASEM231A)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Tobias Baas
Umfang (SWS/ECTS):	3 SWS / 4 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	(V+Ü) Vorlesung mit integriertem Labor und Hausübungen zur Vorbereitung
Lehrsprache:	deutsch

<b>Studieninhalte:</b>
Mechatronische oder FT-Systeme benötigen in der Regel Embedded Software zur Regelung oder Steuerung des Systems. Die Veranstaltung geht auf Grundlagen der Echtzeitbetriebssysteme sowie die Synthese von Zustandsreglern aus den mechanischen Modellen der Systeme ein. Weiterhin werden SW-Komponenten implementiert, Sensoren adaptiert, digitale Regler entworfen und das mechanische System geregelt. Auch Diagnoseschnittstellen und eine kleine graphische Bedienoberflächen sind Gegenstand der Veranstaltung. Neben den theoretischen Inhalten der Vorlesung werden die Themen praxisnah in einem Labor vertieft.
<b>Empfohlene Literatur:</b>
Vorlesungsskript, Skript Informatik II, Buch ‚Automotive Embedded Systeme‘, Wietzke, Springer Verlag 2005
<b>Anmerkungen:</b>
-

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Ausgewählte Programmieretechniken</b>
LV-Bezeichnung:	MECM242 (s.a. ASEM232A)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Reiner Kriesten
Umfang (SWS/ECTS):	1 SWS / 2 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung
Lehrsprache:	deutsch
<b>Studieninhalte:</b>	
	Verteilte eingebettete Systeme werden über die Architektorentwicklung in Teilmodule zerlegt, die im Gesamtsystem geeignet und fehlerfrei zusammenarbeiten müssen. Hierfür werden spezielle Buildtechniken eingesetzt, beispielsweise über den Einsatz des Präprozessors in C/C++ für Abstraktionsaufgaben und die Bereitstellung von verteilten Informationen. Ebenso weisen eingebettete Systeme, gerade in sicherheitskritischen Anwendungen, die Notwendigkeit spezieller Programmieretechniken wie Defensive Coding oder Secure Coding auf. In diesem Kurs wird eine Auswahl von diesen Inhalten in einer Vorlesung vermittelt und in einem integrierten Labor praktisch vertieft.
<b>Empfohlene Literatur:</b>	
	Skript Technische Informatik II von Prof. Kriesten
<b>Anmerkungen:</b>	
	-

## MECM250 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM250 (s.a. ASEM250, MABM250)
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein komplexes ingenieurwissenschaftliches Forschungs- oder Entwicklungsprojekt eigenständig im Team zu analysieren, zu strukturieren, zu planen, umzusetzen sowie hinsichtlich Zielerreichung kritisch zu bewerten, indem sie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auch unvollständige oder diffuse Aufgabenstellungen systematisch hinterfragen, präzisieren und in überprüfbare Projektziele überführen,</li> <li>• geeignete Methoden aus Forschung, Entwicklung und Projektmanagement begründet auswählen und anwenden,</li> <li>• Projektstruktur, Arbeitspakete, Zeitplanung, Ressourcen und Verantwortlichkeiten konsistent festlegen und dokumentieren,</li> <li>• technische, organisatorische und ggf. experimentelle Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren sowie</li> <li>• Projektergebnisse adressatengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und verteidigen,</li> </ul> um komplexe Aufgabenstellungen aus Forschung und industrieller Entwicklung unter realistischen Randbedingungen (z. B. Unsicherheit, Zielkonflikte, Ressourcenbegrenzung) erfolgreich bearbeiten zu können und auf weiterführende Projekt-, Forschungs- oder Masterarbeiten vorbereitet zu sein.	
<b>Prüfungsleistungen:</b> Die Bewertung erfolgt anhand einer praktischen Projektarbeit, einer schriftlichen Ausarbeitung in Form eines Projektberichts (Studienarbeit) sowie einer mündlichen Präsentation der Projektergebnisse (Referat). Alle Prüfungsbestandteile beziehen sich auf dasselbe Projekt und bewerten sowohl das Ergebnis als auch das methodische Vorgehen.	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2</b>
LV-Bezeichnung:	MECM251 (s.a. ASEM251, MABM251)
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS/6 CP, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projektarbeit
Lehrsprache:	-
<b>Studieninhalte:</b> In der Lehrveranstaltung bearbeiten Studierende in Teams (ca. 2–6 Personen) ein ingenieurwissenschaftliches Forschungs- oder Entwicklungsprojekt mit wechselnden Themenstellungen. Die Projekte werden in der Regel von Professorinnen und Professoren der Fakultät initiiert und sind häufig im Kontext angewandter Forschung angesiedelt. Typische Inhalte und Arbeitsschritte sind u. a.:	

- Analyse und Präzisierung der Aufgabenstellung sowie Ableitung von Projektzielen
- Auswahl und Anwendung geeigneter Entwicklungs-, Forschungs- oder Projektmanagementmethoden
- Strukturierung des Projekts in Arbeitspakete inkl. Zeit- und Ressourcenplanung
- Bearbeitung technischer Fragestellungen (z. B. Konzeption, Modellierung, Simulation, Experiment, Implementierung)
- Dokumentation der Vorgehensweise und Ergebnisse
- Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse

Bei umfangreichen Aufgabenstellungen kann eine thematische Fortsetzung im zweiten Semester erfolgen.

Empfohlene Literatur: abhängig von der jeweiligen Projektaufgabenstellung.

## MECM310 – Wahlpflichtmodul

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM310
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	5 CP
Einordnung (Semester):	3. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b>	
Nach erfolgreichem Abschluss hat der Studierende Kenntnisse in den belegten Wahlpflichtfächern gemäß den diesbezüglichen Beschreibungen erlangt. Die Inhalte dürfen in wesentlichen Teilen nicht deckungsgleich mit dem Studienprogramm des jeweiligen Master-Studiengangs sein. Es kann auch mehr als eine Veranstaltung belegt werden, um die erforderlichen fünf CP zu erreichen.	
<b>Prüfungsleistungen:</b>	
Die Prüfungsleistungen sind abhängig von den gewählten Wahlfächern und gemäß der entsprechenden Studien- und Prüfungsordnung des anbietenden Studiengangs. Die Auswahl der Fächer ist vom Studiendekan zu genehmigen. Es sind mindestens 3 CP in technischen Fächern abzulegen. Für das Modul wird eine Note vergeben, daher muss für mindestens eine Studienleistung (falls mehrere hierfür erbracht werden) eine Note vergeben werden; falls mehrere benotete Studienleistungen hierfür erbracht werden, werden die Noten gemäß den CP gewichtet.	

## MECM320 – Master-Thesis

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM320
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	20 CP
Einordnung (Semester):	3. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	Erfolgreich abgeschlossenes 1. und 2. Semester des Master-Studiengangs (s. § 44 SPO Teil B Master)
Lernergebnisse und Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss können die Studierenden ein Problem eigenständig wissenschaftlich und methodisch innerhalb einer vorgegebenen Frist bearbeiten. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit den Stand der Technik aufzuzeigen und zu analysieren im Studium erlernte Methoden für die Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung anzuwenden.	
Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand der Dokumentation der Masterarbeit benotet. Die Dauer beträgt 6 Monate.	

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Master-Thesis</b>
LV-Bezeichnung:	MECM321
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	-
Turnus:	-
Art und Modus:	Projektarbeit von 6 Monaten
Lehrsprache:	-
Studieninhalte: In dem Modul wird die eigenständige Bearbeitung eines Themas verlangt. Die Inhalte des Masterstudiums gelangen hier in einer umfassenden Form zur Anwendung. Es kann sich um eine eigenständige Bearbeitung eines Problems aus der Praxis handeln oder der Teilarbeit aus dem Arbeitsfeld eines Teams, wobei der Anteil des eigenen Beitrages klar ersichtlich sein muss.	
Empfohlene Literatur:	-
Anmerkungen:	Arnemann, M.: Hinweise zur Anfertigung von Abschlussarbeiten und anderen Berichten, Stand 2022 (ILIAS)

## MECM330 – Abschlusskolloquium

<b>Modulbeschreibung:</b>	
SPO-Bezeichnung:	MECM330
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	5 CP
Einordnung (Semester):	3. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen:	Beherrschung der grundlegenden Prinzipien und wichtigsten Fakten aus den Lehrinhalten des gewählten Master-Studiengangs sowie der Master-Thesis
Prüfungsleistungen:	Die Kenntnisse der Studierenden werden in einem Vortrag zur Thesis (Dauer 20min) mit anschließender mündlicher Prüfung (Dauer 30 min) benotet.

<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Abschlusskolloquium</b>
LV-Bezeichnung:	MECM331
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	Eigenstudium 150 h
Turnus:	-
Art und Modus:	Selbststudium und wissenschaftliches Kolloquium
Lehrsprache:	-
Studieninhalte:	Wissenschaftliche Verteidigung der Master-Thesis
Empfohlene Literatur:	-
Anmerkungen:	-