



Modulhandbuch für den Studiengang

Mechatronic and Micromechatronic Systems (M.Sc.)

MMSM – EU4M

Inhaltsverzeichnis

Kontaktinformationen	2
Version und Gültigkeit	2
Abkürzungen	3
Modulübersicht	5
MMSM110 – Automation 1 (Sichere cyber-physikalische Systeme)	6
MMSM120 – Mechanical and Manufacturing Engineering 1 (Simulationsmethoden i. d. Ingenieurmechanik)	8
MMSM130 – Mechatronic Engineering 1	10
MMSM140– Semester Project I (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)	13
MMSM150– Transversal Qualifications I	14
MMSM210 – Automation 2 (Künstliche Intelligenz und Datenanalyse)	15
MMSM220 – Mechanical and Manufacturing Engineering 2 (Industrierobotik)	18
MMSM230 – Mechatronic Engineering (MECM140 – Makro- und Mikromechatronische Systeme)	20
MMSM240 – Semester Project II (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)	23
MMSM250 – Transversal Qualifications II	24
MMSM310 – Mechatronic Engineering 3 (Vernetzung und Fahrzeugkommunikation)	25
MMSM320A – Micro-Mechatronic Systems Engineering	28
MMSM330A – Wahlfächer Mikromechatronik	31
MMSM320B – Regelung und Sicherheit von Kälteanlagen	32
MMSM330A – Wahlfächer Energy Efficiency	34
MMSM340 – Semester Project III (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)	35
MMSM350 – Transversal Qualifications III	36
MMSM 410 – Master-Thesis	36
MMSM 420– Abschlussprüfung	38

Kontaktinformationen

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

Studiengangsassistenz
Annette Knödler
+49 (0)721 925-1709
annette.knoedler@h-ka.de

Studiendekan
Prof. Dr. Martin Kipfmüller
+49 (0)721 925-1905
martin.kipfmueller@h-ka.de
Geb. M, Raum 106

Gremien

Aktuelle Kontaktdaten zu weiteren Gremien finden Sie auf der Webseite des Studiengangs:

www.h-ka.de/master/mmsm_eu4m/organisation-pruefungen

Version und Gültigkeit

Dieses Modulhandbuch ersetzt den Stand vom 11.07.2019 und ergänzt die Informationen der Studienprüfungsordnung B. Besonderer Teil und C. Schlussbestimmungen für den Studiengang Mechatronic and Micro-Mechatronic Systems mit dem Abschluss Master of Science (M.Sc.) vom 12.2.2026, Version 7, 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). Der Prüfungszeitraum wird auf der Homepage bekannt gegeben (www.h-ka.de).

Schwerpunkt

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

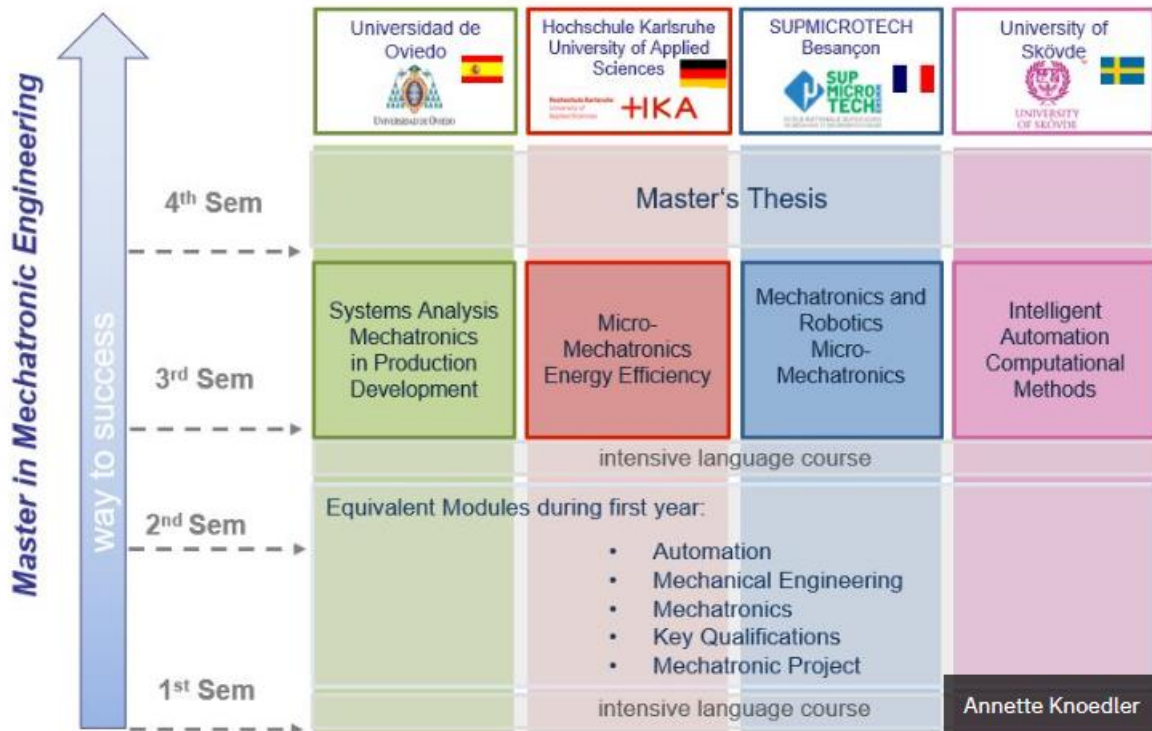
Vertiefung

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



MMSM110 – Automation 1 (Sichere cyber-physikalische Systeme)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM 110 (ASEM120 sowie MECM220 Sichere cyber-physikalische Systeme)
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Reiner Kriesten
Modulumfang (ECTS): 6CP (4SWS)
Einordnung (Semester): 1. Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse der Informatik und der Mathematik entsprechend dem Bachelor-Niveau in einem technisch orientierten Studiengang.
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss ist der Studierende in der Lage <ul style="list-style-type: none"> - Security-Entwicklungen in cyber-physikalischen Systemen zu verstehen und diese anzuwenden - Security-Systeme über sichere / unsichere Kanäle zu analysieren und zu entwerfen - Wirkprinzipien von Hashes, MACs, Signaturen und Zertifikaten zu verstehen und diese tlw. zu realisieren - Konzepte des Key-Managements zu verstehen - die aktuellen symmetrischen und asymmetrischen Verfahren zu verstehen und mit diesen Berechnungen durchzuführen - mögliche Security-Goals zu kennen und zu verstehen - mathematische Eigenschaften und Algorithmen für kryptographische Anwendungen zu verstehen und diese auf kryptographische Ansätze zu transferieren.
Prüfungsleistungen: Klausur 120 min oder mündliche Prüfung von 20 Minuten. Ggf. Prüfungsvorleistung nach Absprache
Verwendbarkeit: Aufgrund der Kenntnisse in diesem Modul können die Teilnehmer <ul style="list-style-type: none"> - Security-Goals (Geheimhaltung, Integrität, Verfügbarkeit) in cyber-physikalischen Systemen entwerfen und Security-Implementierungen verstehen und bewerten. - kryptographische State-of-the-Art Algorithmen berechnen - Cyber-Security Projektaktivitäten durchführen und zugehörige Produkte entwickeln

Lehrveranstaltung: Cyber-Physical Security
EDV-Bezeichnung: MMSM111 (ASEM121 sowie MECM121 Cyber- Physical Security)
Dozent/in: Prof. Dr. Reiner Kriesten
Umfang (SWS/ECTS): 4 SWS
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vorlesung mit integrierten Übungen
Lehrsprache: Deutsch oder Englisch
Inhalte:

Die Vorlesung vermittelt folgende Inhalte, die insbesondere anhand von integrierten Übungen vertieft werden

- Auswirkungen und Technikfolgenabschätzung bei Betrieb/ Entwicklung unsicherer, cyber-physikalischer Systeme
- mathematische Grundlagen der Kryptographie
- Eigenschaften sicherer/unsicherer Kommunikationskanäle und Prinzipien zur Realisierung von Security-Zielen (Confidentiality, Integrity, Availability, Authenticity)
- Analyse klassischer kryptographischer Algorithmen, symmetrische (DES, AES) und Public-Key (RSA, Diffie-Hellman, ECC) Algorithmen
- 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: -

MMSM120 – Mechanical and Manufacturing Engineering 1 (Simulationsmethoden i. d. Ingenieurmechanik)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM120 (MABM120A)
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. mont. Weygand
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): 1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: Höhere Mathematik, Technische Mechanik, Werkstoffkunde, Programmierung, Grundlagen der Finiten Elemente Methode
Voraussetzungen nach SPO: keine
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage komplexe mechanische Berechnungen mit Hilfe von FE - Programmen eigenständig zu konzipieren, durchzuführen und kritisch zu bewerten. Sie können numerische Simulationswerkzeuge (wie z.B: Abaqus und pyLabFEA) zur strukturellen Analyse gezielt einsetzen. Von den zugrundeliegenden theoretischen Konzepten der linearen und nichtlinearen Elastizität sowie der Plastizität haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis aufgebaut und können diese mithilfe numerischer Methoden praktisch umsetzen. Darüber hinaus können sie datenbasierte Ansätze zur Materialmodellierung erkennen und exemplarisch auf Fließgesetze anwenden.
Prüfungsleistungen: Benotete schriftliche Prüfung (90 min) oder mündliche Prüfung (20 min) für MABM121A. Eine Studienarbeit (St) oder ein Referat (Re) sind Prüfungsvorleistung für MABM121A. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Lehrenden festgelegt.
Verwendbarkeit: Verwendung bei Projekt- und Abschlussarbeiten sowie bei der Erstellung von digitalen Zwillingen in der Industrie und in der Forschung.

Lehrveranstaltung 1: Finite Elemente Methode und Kontinuumsmechanik
EDV-Bezeichnung: MMSM121 (MABM121A)
Dozent/in: Prof. Dr. mont. Weygand
Umfang (SWS/ECTS): 4 SWS / 4 CP
Turnus: jährlich, Wintersemester
Art und Modus: Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache: deutsch
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzip der finiten Elemente (FE) Methode anhand ebener Stabelemente: Steifigkeitsmatrix, Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems, Auswertung • Lineare Elastizitätstheorie: Spannungstensor, Verzerrungstensor, Elastizitätsgesetz, Prinzip der virtuellen Arbeit

<ul style="list-style-type: none"> • Finite Elemente in der Elastizitätstheorie: Entwicklung eines mechanischen Scheibenelementes, numerische Integration • Nichtlineare Elastizitätstheorie: Dehnungsmaße für große Verformungen, Spannungsmaße Anwendungsbeispiel: Instabilität von Stabsystemen mittels Finite Element Analyse (FEA) • Plastizitätstheorie: Fließgesetze (Mises, Tresca, Hill), Fließregeln, Verfestigungsgesetze • Fließgesetze über maschinelles Lernen (ML): Training und Anwendung in FEA
<p>Empfohlene Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Mechanik 4, Gross, D. et al., aktuelle Auflage, Springer Verlag. • Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Rösler, J. et al., aktuelle Auflage, Springer Verlag. • Applied Mechanics of Solids, Bower, A., aktuelle Auflage, CRC Press. • A First Course in Finite Elements, Fish, J. und Belytschko, T., aktuelle Auflage, Wiley • Data-Oriented Constitutive Modeling of Plasticity in Metals, Hartmaier, A., Materials 2020, 13,1600; doi:10.3390/ma13071600
<p>Anmerkungen: keine</p>

<p>Lehrveranstaltung 2: Finite Elemente Laborübungen</p>
<p>EDV-Bezeichnung: MMSM122 (MABM122A)</p>
<p>Dozent/in: Prof. Dr. mont. Weygand</p>
<p>Umfang (SWS/ECTS): 1 SWS / 2 CP</p>
<p>Turnus: jährlich, Wintersemester</p>
<p>Art und Modus: Labor / Übungen am Rechner, Pflicht</p>
<p>Lehrsprache: deutsch</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in python gestützte (pyLabFEA) und in kommerzielle FE-Programme (Abaqus) • Programmierung von Stabelementen mit Python und Verifizierung • Verbundwerkstoff mit kommerziellem als auch mit python gestützten FE-Programm analysieren • Beulanalyse mit kommerziellem FE-Programm • Trainieren von ML Fließgesetzen mittels python gestütztem FE-Programm • Topologieoptimierung mit kommerziellem FE-Programm
<p>Empfohlene Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pyLabFEA. Python Laboratory for Finite Element Analysis, Hartmaier, A., ICAMS Ruhr Universität Bochum. • Handbücher der verwendeten Programme
<p>Anmerkungen: keine</p>

MMSM130 – Mechatronic Engineering 1

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM130 Mechatronic Engineering 1
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Laura Comella
Modulumfang (ECTS): 6
Einordnung (Semester): 1
Inhaltliche Voraussetzungen: -
Voraussetzungen nach SPO: -
<p>Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse in ausgewählten Gebieten der Systementwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfügen über Kenntnisse in der Anwendung systemtechnischer Methoden zur Analyse, Strukturierung und Umsetzung technischer Systeme, insbesondere unter Berücksichtigung funktionaler, physikalischer und informationstechnischer Zusammenhänge - Systemisches Denken anzuwenden, um komplexe technische Probleme zu analysieren und zu lösen - Ein System zu definieren und in handhabbare Subsysteme und Komponenten zu zerlegen - Lebenszyklusphasen gemäß internationalen Standards des Systems Engineering zu modellieren - Anforderungen zu integrieren, Risiken zu managen und Kompromisse zu bewerten - In interdisziplinären Teams effektiv zu arbeiten und Projektergebnisse strukturiert zu verwalten - Kennen die grundlegenden Zusammenhänge der Verlustleistung von CMOS-Schaltungen - Sind in der Lage CMOS-Gatter mit Spice zu simulieren, - Kennen geeignete Maßnahmen, um die Leistungsaufnahme von eingebetteten Systemen zu messen, - Können eingebettete Systeme im Hinblick auf Energieeffizienz bewerten, entwerfen und optimieren, - Kennen grundlegende Limitierungen, Herausforderungen sowie Unterscheide zwischen Systemen mit Batterie und Energy Harvester - Kennen gängige Funkübertragungstechniken und deren Limitierung hinsichtlich Reichweite und Leistungsaufnahme
<p>Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studierenden im Teil Systems Engineering werden in Form einer vorlesungsbegleitenden Praktischen Prüfungsleistung, die sich aus einer Projektarbeit und eine Präsentation von mindestens 20 min Dauer zusammensetzt, bewertet. Der Teil Energieeffiziente Eingebettete Systeme wird in einer schriftlichen Prüfung von 60 min. Dauer oder einer mündlichen Prüfung von 20 min. bewertet.</p>
<p>Verwendbarkeit: Geben Sie hier den Zusammenhang des Moduls mit anderen Modulen innerhalb desselben Studiengangs an. Geben Sie ggf. die Eignung des Moduls für den Einsatz in anderen Studiengängen an.</p>

Lehrveranstaltung: Systems Engineering
EDV-Bezeichnung: MMSM131

Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Laura Comella
Umfang (SWS/ECTS): 3 SWS / 3 ECTS
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vorlesung mit integriertem Labor und Hausübungen zur Vorbereitung
Lehrsprache: deutsch
<p>Inhalte: 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>
<p>Empfohlene Literatur: INCOSE Systems Engineering Handbook (V5.0), INCOSE System Engineering vision 2035</p>
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: Energieeffiziente Eingebettete Systeme
EDV-Bezeichnung: MMSM132
Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Tobias Baas
Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3ECTS
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vorlesung mit integrierter Übung etc.; Modus: Pflicht
Lehrsprache: deutsch
<p>Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden grundlegende Kenntnisse, die zur Entwicklung und Optimierung energieeffizienter Mikrocontrollersysteme benötigt werden, vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirkungsgrad vs. Energieeffizienz ▪ Möglichkeiten und Grenzen bei Energy Harvesting und Batteriebetrieb ▪ Verlustleistungen in CMOS-Schaltungen ▪ Modellierung von CMOS -Gattern mit Spice ▪ Modellierung der Verlustleistung mit LT-Spice ▪ Spannungswandler in energieeffizienten Systemen ▪ Energieeffiziente Software ▪ Methoden zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von Mikrocontrollern

- Low Power Funktechnologien
- Messung kleiner Ströme
- Beispiele aus der Praxis: Low Power Edge-Knoten in IoT-Anwendungen

Praxisübung: Low Power Mikrocontroller am Beispiel des MSPM0 von TI

Empfohlene Literatur:

- Vorlesungsunterlagen
- CV Schimpfle (2000). Entwurfsmethoden für verlustarme integrierte Schaltungen. Christian Vinzenz Schimpfle. Lehrstuhl für Netzwerktheorie und Signalverarbeitung
- Gehrke, W., Winzker, M. (2022). Digitaltechnik - Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63954-2_10

HolgerGöbel, Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag, ISBN 978-3-662-56563-6

Anmerkungen: -

MMSM140– Semester Project I (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM140/240/340 (ASEM250, MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4SWS)
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss ist der Studierende in der Lage <ul style="list-style-type: none"> - im Team ein vorgegebenes Projekt selbstständig und strukturiert zu bearbeiten und alle Unterlagen zur stofflichen Verwirklichung zu erstellen - eine vorgegebene (evtl. diffuse) Aufgabenstellung zu hinterfragen und zu präzisieren und alle Anforderungen festzulegen - ein komplexes Projekt bezüglich Arbeitspaketen und Zeit zu planen (unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen) - ein Projekt methodisch, im Team zu bearbeiten (incl. Schnittstellendef. und Kommunikation) - Ergebnisse schriftlich und mündlich zu präsentieren
Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer praktischen Arbeit inklusive schriftlicher Ausarbeitung (Dokumentation als Projektbericht) sowie der Präsentation des Projektes benotet.
Verwendbarkeit:

Lehrveranstaltung: Semester Project I (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)
EDV-Bezeichnung: MMSM141/241/341 (ASEM251, MABM251, MECM251)
Dozent/in: Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS): Projekt, 4 SWS, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:
Art und Modus: Projektarbeit
Lehrsprache:
Inhalte: In Gruppen von ca. 2 bis 6 Personen werden Projekte mit den unterschiedlichsten Themen bearbeitet. Die Aufgabenstellungen werden in der Regel von den Fachkollegen gestellt und unterstützen die angewandte Forschung.
Empfohlene Literatur:

MMSM150– Transversal Qualifications I

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM150/250/350 (ASEM250, MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4SWS)
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> - 1. MMSM151/251/351 Sprachkurs: für Ausländer Deutsch, Niveau B2 oder (Siehe IFS B2), für Muttersprachler: Fremdsprache - 2. MMSM152/252/352 Schlüsselqualifikation: Vorlesung Gastprofessor oder Anerkennung der Sprachkursleistung, oder Basiswissen aus dem Bereich des Human Resource und der Unternehmensführung, Entwicklung der Softskills, Deutschkurs für Mechatroniker
Prüfungsleistungen: <ol style="list-style-type: none"> 1. MMSM151/251/351 Sprachkurs: Anerkennung eines Sprachkurses Details siehe IFS 2. MMSM152/352/352 Schlüsselqualifikation: Anerkennung Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer unbenoteten, schriftlichen Ausarbeitung/Hausarbeit (Personalführung) und einer Klausur (45min) /oder mündl. Prüfung von 10 min (Unternehmensführung) bewertet. Die Prüfungsform in der Lehrveranstaltung Unternehmensführung wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben
Verwendbarkeit: -

MMSM210 – Automation 2 (Künstliche Intelligenz und Datenanalyse)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM 210 (ASEM110, MECM210, MABM210)
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): 1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlagen der Informatik mit Programmierung in Python
Voraussetzungen nach SPO: Keine
Kompetenzen: Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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. • 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. • 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 (Dauer 1S)
Verwendbarkeit: Einsetzbar in weiteren Mastermodulen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten.

Lehrveranstaltung: Verfahren der Künstlichen Intelligenz
EDV-Bezeichnung: MMSM211 (ASEM111, MECM211, MABM211)
Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3 CP
Turnus: semesterweise
Art und Modus: Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache: deutsch
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Datenaufbereitung und Handling, Dat Frames, PCA, Data Augmentation • Typische Klassifikationsverfahren: Bayes, Decision Tree, Random Forest, SVM, Perzeptron, Neuronale Netze • Klassifikatordesign

<ul style="list-style-type: none"> • Regression • Hidden Markov Modelle • Überwachtes- und unüberwachtes Lernen, Analytisches Lernen, Regelbasiertes Lernen • Wissensrepräsentation
<p>Empfohlene Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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
<p>Anmerkungen: Keine</p>

<p>Lehrveranstaltung: Data Science für Ingenieure</p>
<p>EDV-Bezeichnung: MMSM212 (ASEM112, MECM211, MABM211)</p>
<p>Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Peter Offermann</p>
<p>Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3 CP</p>
<p>Turnus: semesterweise</p>
<p>Art und Modus: Vorlesung, Pflicht</p>
<p>Lehrsprache: deutsch</p>
<p>Inhalte: Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daten aus technischen Systemen erfassen, bereinigen und analysieren (z. B. Sensordaten, Maschinendaten), • Explorative Datenanalyse und Visualisierung durchführen (z. B. mit Python, Pandas, Matplotlib, Seaborn), • maschinelle überwachte und nicht überwachte Lernverfahren zur Mustererkennung spezifizieren und implementieren, • Analyseverfahren für Zeitreihenprobleme spezifizieren und implementieren, • Verfahren des Reinforcement Learning anwenden, • den Entwicklungsprozess für Software- und KI Modelle verstehen und Kernkomponenten daraus anwenden, • Daten über gängige Schnittstellenprotokolle (JSON-Rest mit z.B. FastAPI, MQTT, OPC-UA) in Python ansprechen,

- Ergebnisse datenbasierter Analysen technisch interpretieren und zur Prozessoptimierung nutzen.

Empfohlene Literatur:

- 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

Anmerkungen: Keine

MMSM220 – Mechanical and Manufacturing Engineering 2 (Industrierobotik)

Modulbeschreibung: Industrierobotik
EDV-Bezeichnung: MMSM220
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): jedes Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: -
Voraussetzungen nach SPO: -
Kompetenzen: 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.
Prüfungsleistungen: KI/45o. MP/20 in Roboterkinetik sowie in Roboterprogrammierung eine benotete praktische Arbeit + unbenotetes Bestehen des Roboterlabors aus beiden Vorlesungen
Verwendbarkeit: -

Lehrveranstaltung: Roboterprogrammierung
EDV-Bezeichnung: MMSM221
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
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen und Handhaben der verschiedenen Roboterkoordinatensysteme und Roboterbewegungen und die Probleme dabei in der Praxis • Steuern von Ausgängen, Einlesen von Eingängen • Online-Programmierung • Offline-Programmierung • Integration weiterer Sensoren wie z.B. Kameras • Benutzerinteraktion

Empfohlene Literatur: Vorlesungsunterlagen, Kuka-Unterlagen, gegf. ROS2-Tutorials und Unterlagen

Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: Roboterkinetik

EDV-Bezeichnung: MMSM222

Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller / Prof. Dr.-Ing. Peter Becker

Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 2 ECTS

Turnus: jedes Semester

Art und Modus: Vorlesung und Übung (Rechnen und Programmieren)

Lehrsprache: deutsch

Inhalte: 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: -

Lehrveranstaltung: Roboterlabor

EDV-Bezeichnung: MMSM223

Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Catherina Burghart und Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller/ Prof. Dr.-Ing. Peter Becker

Umfang (SWS/ECTS): 1 SWS / 1 CP

Turnus: jedes Semester

Art und Modus: Labor

Lehrsprache: deutsch.

Inhalte: 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 essentiellen Kapiteln erfolgreich abgelegt werden.

Empfohlene Literatur: Peter Corke: Robotics, Vision and Control

Anmerkungen: -

MMSM230 – Mechatronic Engineering (MECM140 – Makro- und Mikromechatronische Systeme)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM230 (MECM140)
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Martin Simon
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS
Einordnung (Semester): 2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: -
Voraussetzungen nach SPO: -
<p>Kompetenzen:</p> <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>Prüfungsleistungen:</p> <p>MMSM231: Klausur (90 Min) oder mündliche Prüfung MMSM232: Benotetes Referat (20 Min) MMSM233: unbenotete Projektarbeit mit Referat</p>
<p>Verwendbarkeit: 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>

Lehrveranstaltung: Industrielle Mechatronische Systeme
EDV-Bezeichnung: MMSM231
Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Martin Simon
Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS/2 ECTS
Turnus: Sommersemester
Art und Modus: Vorlesung
Lehrsprache: deutsch oder englisch

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aufbau und Eigenschaften mechatronischer Systeme, Geräte und Anlagen – Planung, Entwurf und Entwicklung mechatronischer Systeme – Komponenten mechatronischer Systeme – Mechanische Systeme – Sensorsysteme – 2D/3D-Bildverarbeitung und Digitalisierung – Aktorsysteme – Steuerungs- und Regelsysteme – Schnittstellen mechatronischer Systeme – Beschreibung technischer Systeme – Agiles Projektmanagement – Industrielle Anwendungen mechatronischer Systeme anhand von Werkzeugmaschinen, additiven Fertigungsmaschinen, mechatronischen Prüfsystemen, 3D-Computertomographen, Roboter, sowie automatisierter Fertigung
<p>Empfohlene Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Horst Czichos: Mechatronik, Grundlagen und Anwendungen technischer Systeme, 3. Auflage oder aktueller, Springer, 2015. - Rolf Isermann - Mechatronische Systeme, 2. Aufl. oder aktueller, Springer, 2008.
<p>Anmerkungen:.</p>

<p>Lehrveranstaltung: Seminar Mechatronische Systeme</p>
<p>EDV-Bezeichnung: MMSM232</p>
<p>Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Martin Simon</p>
<p>Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS/2 ECTS</p>
<p>Turnus: Sommersemester</p>
<p>Art und Modus: Projektseminar</p>
<p>Lehrsprache: deutsch oder englisch</p>
<p>Inhalte:</p> <p>Die Studierenden bearbeiten aktuelle Forschungsthemen aus der industriellen Mechatronik und stellen die Ergebnisse anhand eines Referats dar.</p>
<p>Empfohlene Literatur:</p> <p>-</p>
<p>Anmerkungen:.</p>
<p>Lehrveranstaltung: Mikrosystemtechnik</p>
<p>EDV-Bezeichnung: MMSM233</p>
<p>Dozent/in: Prof. Dr. rer. nat. Olivier Schecker</p>
<p>Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS/2 ECTS</p>
<p>Turnus: Sommersemester</p>

Art und Modus: Vorlesung mit Hausarbeit und Referat
Lehrsprache: deutsch
Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Aspekte der Herstellung von Mikrosystemen beleuchtet: <ul style="list-style-type: none">- Silizium Gewinnung und Wafer Herstellung- Fotolithographie- Vakuum: Definition und Herstellung, Pumpprinzipien, Druckmessröhren- Dünnschichtprozesse: Oxydation, PVD, CVD, ALD, Sol-Gel- Dotieren- Oberflächenätzen: Nass, Plasma- Tiefenätzen: Nass, Plasma- Prozessflow ausgewählter Strukturen <p>Im Rahmen des Referats und der Hausarbeit wird von den Studenten ein bestimmtes Thema rund um die Mikrosystemtechnik aufgegriffen und präsentiert</p>
Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none">- 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
Anmerkungen:

MMSM240 – Semester Project II (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM140/240/340 (ASEM250, MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4SWS)
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss ist der Studierende in der Lage <ul style="list-style-type: none"> - im Team ein vorgegebenes Projekt selbstständig und strukturiert zu bearbeiten und alle Unterlagen zur stofflichen Verwirklichung zu erstellen - eine vorgegebene (evtl. diffuse) Aufgabenstellung zu hinterfragen und zu präzisieren und alle Anforderungen festzulegen - ein komplexes Projekt bezüglich Arbeitspaketen und Zeit zu planen (unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen) - ein Projekt methodisch, im Team zu bearbeiten (incl. Schnittstellendef. und Kommunikation) - Ergebnisse schriftlich und mündlich zu präsentieren
Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer praktischen Arbeit inklusive schriftlicher Ausarbeitung (Dokumentation als Projektbericht) sowie der Präsentation des Projektes benotet.
Verwendbarkeit:

Lehrveranstaltung: Semester Project II (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)
EDV-Bezeichnung: MMSM141/241/341 (ASEM251, MABM251, MECM251)
Dozent/in: Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS): Projekt, 4 SWS, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:
Art und Modus: Projektarbeit
Lehrsprache:
Inhalte: In Gruppen von ca. 2 bis 6 Personen werden Projekte mit den unterschiedlichsten Themen bearbeitet. Die Aufgabenstellungen werden in der Regel von den Fachkollegen gestellt und unterstützen die angewandte Forschung.
Empfohlene Literatur:

MMSM250 – Transversal Qualifications II

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM150/250/350 (ASEM250, MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4SWS)
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> - 1. MMSM151/251/351 Sprachkurs: für Ausländer Deutsch, Niveau B2 oder (Siehe IFS B2), für Muttersprachler: Fremdsprache - 2. MMSM152/252/352 Schlüsselqualifikation: Vorlesung Gastprofessor oder Anerkennung der Sprachkursleistung, oder Basiswissen aus dem Bereich des Human Resource und der Unternehmensführung, Entwicklung der Softskills, Deutschkurs für Mechatroniker
Prüfungsleistungen: <ol style="list-style-type: none"> 1. MMSM151/251/351 Sprachkurs: Anerkennung eines Sprachkurses Details siehe IFS 2. MMSM152/252/352 Schlüsselqualifikation: Anerkennung Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer unbenoteten, schriftlichen Ausarbeitung/Hausarbeit (Personalführung) und einer Klausur (45min) /oder mündl. Prüfung von 10min (Unternehmensführung) bewertet. Die Prüfungsform in der Lehrveranstaltung Unternehmensführung wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben
Verwendbarkeit: -

MMSM310 – Mechatronic Engineering 3 (Vernetzung und Fahrzeugkommunikation)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM310 (ASEM 140)
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Stefan Trittler
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4 SWS), Präsenzzeit 60h, Selbststudium 120h
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Bachelorabschluss im Studiengang Fahrzeugtechnologie oder vergleichbar, insbesondere Grundkenntnisse in Digitaltechnik und Informatik
Voraussetzungen nach SPO: Laborarbeit
Kompetenzen: In diesem Modul erwerben Studierende grundlegendes Wissen über moderne Kommunikationsarchitekturen (nicht nur) in Fahrzeugen und deren technische Umsetzung. Sie verstehen die Prinzipien der Kommunikationstechnik auf allen Ebenen des OSI-Schichtenmodells, analysieren Protokolle und deren Anwendung in automotiven Systemen und bewerten deren Effizienz, Sicherheit und Eignung für unterschiedliche Szenarien. Dabei werden u.a. elektrische Übertragungstechnik, Modulationsverfahren, Buszugriff, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur, aber auch Adressierung, Transportprotokolle, Security und verschiedene Applikationen (Diagnose per UDS, Zeitsynchronisierung per PTP, Datenübertragung per https) behandelt. Im praktischen Teil entwickeln und optimieren die Studierenden im Rahmen einer Laborarbeit ein eigenes Kommunikationssystem, von den physikalischen Grundlagen bis zur Applikation.
Prüfungsleistungen: Modulklausur 90 min oder mündliche Prüfung 20 min
Verwendbarkeit: Eingebettete Systeme, Autonomes Fahren

Lehrveranstaltung: Vernetzte Fahrzeuge und Fahrzeugkommunikation
EDV-Bezeichnung: MMSM311 (ASEM141)
Dozent/in: Prof. Dr. Stefan Trittler
Umfang (SWS/ECTS): 2SWS (3cp)
Turnus: jährlich Wintersemester
Art und Modus: Vorlesung/Pflicht
Lehrsprache: Deutsch
Inhalte: Grundlagen der Kommunikationstechnik <ul style="list-style-type: none"> Theoretische Grenzen und Kenngrößen: Erläuterung fundamentaler Konzepte wie Shannon-Hartley-Theorem, Übertragungskanalmodelle, Bandbreitenbegrenzung und Signal-Rausch-Verhältnis. Diskussion kritischer Parameter (z. B. Latenz, Jitter, Bitfehlerrate) im Kontext von Echtzeitkommunikation in Fahrzeugen. Trade-Offs und Optimierung von Übertragungssystemen.

- Quellencodierung: Vertiefung in verlustlose (z. B. Huffman-Codierung) und verlustbehaftete (z. B. JPEG, MP3) Kompressionsverfahren, insbesondere für Sensor- und Multimedia-Daten im Fahrzeug.
 - Kanalcodierung: Analyse von Fehlerkorrekturverfahren (z. B. Parity-Bit, Hamming-Codes, CRC, Faltungscodes) und deren Rolle bei der Gewährleistung robuster Übertragung in Umgebungen mit elektromagnetischen Störungen.
 - Modulationstechniken: Vergleich von Amplituden-, Frequenz- und Phasenmodulation (AM/FM/PSK) sowie deren Anwendung in drahtlosen Fahrzeugkommunikationssystemen.
 - Synchronisation und Fehlerbehandlung: Konzepte zur Taktsynchronisation, CRC-Prüfsummen und Retransmissionsstrategien, exemplarisch in CAN- oder FlexRay-Protokollen.
 - Bus-Zugriff und Prioisierung: Mechanismen zur Priorisierung von Nachrichten in busbasierten Systemen (z. B. CSMA/CA im CAN-Bus) und deren Auswirkungen auf die Echtzeitfähigkeit. Protokolle und Anwendungen

ISO/OSI Schichtmodell

- Feldebussysteme und Hochgeschwindigkeitsnetze: Detaillierte Betrachtung von CAN, LIN, FlexRay und Automotive Ethernet, inklusive der Transition zu IP-basierten Netzwerken.
- Adressierung und IP: Aufbau von IPv4/IPv6, Routing-Strategien und Protokolle
- Transportschicht: TCP (verbindungsorientiert) und UDP (verbindungslos) sowie ISO-TCP (ISO14229) im Kontext von Fahrzeugdiagnose und Software-Updates (OTA).
- Sicherheitsprotokolle: Prinzipien der Schlüsselvereinbarung nach Diffie-Hellman, Public-Key-Kryptographie und deren Umsetzung in sicherheitskritischen Fahrzeugfunktionen (z. B. Authentifizierung von ECU-Updates).
- Anwendungsprotokolle: Einsatz von HTTP/HTTPS für Webservices, MQTT für IoT-orientierte Datenverteilung (z. B. Telematik), UDS für Fahrzeugdiagnose, PTP für Zeitsynchronisation.

Empfohlene Literatur:

- Vorlesungsskript
- Tanenbaum, Andrew S. Computer Networks. 5th ed, Prentice Hall, 2011.
- Matheus, Kirsten. Automotive Ethernet. 3rd ed, Cambridge University Press, 2021.
- Robert Bosch GmbH, editor. Kraftfahrtechnisches Taschenbuch. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2024.
- Zimmermann, Werner, and Ralf Schmidgall. Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle, Standards und Softwarearchitektur. 5., Aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer Vieweg, 2014.

Anmerkungen:

Lehrveranstaltung: Innovative Bussysteme im KFZ

EDV-Bezeichnung: MMSM312 (ASEM142)

Dozent/in: Prof. Dr. Stefan Trittler

Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS (3cp)

Turnus: jährlich Wintersemester

Art und Modus: Vorlesung + Labor/jährlich

Lehrsprache: Deutsch

Inhalte:

In dieser Veranstaltung liegt der Fokus auf neuen Anwendungen und Bussystemen jenseits der klassischen Vernetzung im Fahrzeug:

Nutzung Mobilfunk und WLAN, Car2X, Flash-over-the-air, Datensammlung im Feld
Darüber hinaus werden auch spezielle Schnittstellen diskutiert, z.B. zur Anbindung von Kameras an Zentralsteuergeräte. Die Entwicklung von E/E-Architekturen für das autonome Fahren und der Einfluss auf die Vernetzung wird analysiert und in seinen Auswirkungen diskutiert und bewertet.

Praktischer Teil im integrierten Labor: Entwicklung eines Kommunikationssystems entlang des ISO/OSI-Schichtenmodells

Die Studierenden entwickeln ein vollständiges Kommunikationssystem, das von den physikalischen Grundlagen bis zu anwendungsspezifischen Protokollen alle Schichten des ISO/OSI-Schichtenmodells abbildet. Dabei analysieren, implementieren und evaluieren sie die Interaktionen zwischen den Schichten und optimieren das System hinsichtlich Effizienz, Zuverlässigkeit und Sicherheit:

1. Physikalische Schicht (Physical Layer)

- Auswahl und Konfiguration von Übertragungsmedien (z. B. CAN-Transceiver, Ethernet-Phy-Chips, drahtlose Module).
- Simulation und Messung von Signalverläufen (z. B. Bitübertragung, Rauschen, Dämpfung).
- Implementierung von Modulationsverfahren (z. B. Manchester-Codierung für CAN, NRZ für Ethernet).

2. Datenübertragungsschicht (Data Link Layer)

- Implementierung von logischen Telegrammen (z. B. CAN-Frames, Ethernet-MAC-Header).
- Fehlererkennung (CRC) und -korrektur (z. B. Hamming-Codes).
- Arbitrierung und Priorisierung (z. B. CSMA/CA für CAN).

3. Vermittlungsschicht (Network Layer)

- IP-Adressierung und Routing (IPv4/IPv6, Subnetting) oder alternative Konzepte

4. Transportschicht (Transport Layer)

◦ Implementierung von UDP/TCP (verbindungslos vs. Verbindungsorientiert), ISO-TP oder einer eigenen Lösung

- Fluss- und Fehlerkontrolle (z. B. Sliding-Window-Protokoll).

5. Sitzungsschicht (Session Layer)

- Authentifizierung und Verschlüsselung (z. B. Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch für TLS).
- Steuerung von Kommunikationssitzungen (z. B. UDS-Diagnoseprotokoll).

6. Darstellungsschicht (Presentation Layer)

◦ Serialisierung und ggfs. Datenkompression (z. B. verlustlose Huffman-Codierung für CAN-Frames, Videokompression)

7. Anwendungsschicht (Application Layer)

- Implementierung anwendungsspezifischer Protokolle

Empfohlene Literatur:

- Vorlesungsskript
- aktuelle wissenschaftlicher Literatur zu den jeweiligen Themen ist Teil der Veranstaltung.
- Standards und Normen, insbesondere IEEE 802.3 und 802.1x.
- Tanenbaum, Andrew S. Computer Networks. 5th ed, Prentice Hall, 2011.
- Matheus, Kirsten. Automotive Ethernet. 3rd ed, Cambridge University Press, 2021.
- Robert Bosch GmbH, editor. Kraftfahrtechnisches Taschenbuch. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2024.
- Zimmermann, Werner, and Ralf Schmidgall. Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle, Standards und Softwarearchitektur. 5., Aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer Vieweg, 2014.

Anmerkungen:

MMSM320A – Micro-Mechatronic Systems Engineering

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM320A Micro-Mechatronic Systems Engineering
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Laura Comella
Modulumfang (ECTS): 6
Einordnung (Semester): 1
Inhaltliche Voraussetzungen: -
Voraussetzungen nach SPO: -
<p>Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse in ausgewählten Gebieten der Systementwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfügen über Kenntnisse in der Anwendung systemtechnischer Methoden zur Analyse, Strukturierung und Umsetzung technischer Systeme, insbesondere unter Berücksichtigung funktionaler, physikalischer und informationstechnischer Zusammenhänge - Systemisches Denken anzuwenden, um komplexe technische Probleme zu analysieren und zu lösen - Ein System zu definieren und in handhabbare Subsysteme und Komponenten zu zerlegen - Lebenszyklusphasen gemäß internationalen Standards des Systems Engineering zu modellieren - Anforderungen zu integrieren, Risiken zu managen und Kompromisse zu bewerten - In interdisziplinären Teams effektiv zu arbeiten und Projektergebnisse strukturiert zu verwalten - Kennen die grundlegenden Zusammenhänge der Verlustleistung von CMOS-Schaltungen - Sind in der Lage CMOS-Gatter mit Spice zu simulieren, - Kennen geeignete Maßnahmen, um die Leistungsaufnahme von eingebetteten Systemen zu messen, - Können eingebettete Systeme im Hinblick auf Energieeffizienz bewerten, entwerfen und optimieren, - Kennen grundlegende Limitierungen, Herausforderungen sowie Unterscheide zwischen Systemen mit Batterie und Energy Harvester - Kennen gängige Funkübertragungstechniken und deren Limitierung hinsichtlich Reichweite und Leistungsaufnahme
<p>Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studierenden im Teil Systems Engineering werden in Form einer vorlesungsbegleitenden Praktischen Prüfungsleistung, die sich aus einer Projektarbeit und eine Präsentation von mindestens 20 min Dauer zusammensetzt, bewertet. Der Teil Energieeffiziente Eingebettete Systeme wird in einer schriftlichen Prüfung von 60 min. Dauer oder einer mündlichen Prüfung von 20 min. bewertet.</p>
<p>Verwendbarkeit: Geben Sie hier den Zusammenhang des Moduls mit anderen Modulen innerhalb desselben Studiengangs an. Geben Sie ggf. die Eignung des Moduls für den Einsatz in anderen Studiengängen an.</p>

Lehrveranstaltung: Systems Engineering

EDV-Bezeichnung: MMSM321A
Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Laura Comella
Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3 ECTS
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vorlesung mit integriertem Labor und Hausübungen zur Vorbereitung
Lehrsprache: deutsch
Inhalte: <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: -

Lehrveranstaltung: Energieeffiziente Eingebettete Systeme
EDV-Bezeichnung: MMSM322A
Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Tobias Baas
Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3ECTS
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vorlesung mit integrierter Übung etc.; Modus: Pflicht
Lehrsprache: deutsch
Inhalte: <p>Im Rahmen der Vorlesung werden grundlegende Kenntnisse, die zur Entwicklung und Optimierung energieeffizienter Mikrocontrollersysteme benötigt werden, vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirkungsgrad vs. Energieeffizienz ▪ Möglichkeiten und Grenzen bei Energy Harvesting und Batteriebetrieb ▪ Verlustleistungen in CMOS-Schaltungen ▪ Modellierung von CMOS -Gattern mit Spice ▪ Modellierung der Verlustleistung mit LT-Spice ▪ Spannungswandler in energieeffizienten Systemen ▪ Energieeffiziente Software

- Methoden zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von Mikrocontrollern
- Low Power Funktechnologien
- Messung kleiner Ströme
- Beispiele aus der Praxis: Low Power Edge-Knoten in IoT-Anwendungen

Praxisübung: Low Power Mikrocontroller am Beispiel des MSPM0 von TI

Empfohlene Literatur:

- Vorlesungsunterlagen
- CV Schimpfle (2000). Entwurfsmethoden für verlustarme integrierte Schaltungen. Christian Vinzenz Schimpfle. Lehrstuhl für Netzwerktheorie und Signalverarbeitung
- Gehrke, W., Winzker, M. (2022). Digitaltechnik - Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63954-2_10

HolgerGöbel, Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag, ISBN 978-3-662-56563-6

Anmerkungen: -

MMSM330A – Wahlfächer Mikromechatronik

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM330A Wahlfächer Mikromechatronik
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6
Einordnung (Semester): 3
Inhaltliche Voraussetzungen: -
Voraussetzungen nach SPO: -
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden 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 sechs Kreditpunkte zu erreichen
Prüfungsleistungen: Abhängig von den gewählten Wahlfächern. Gemäß der entsprechenden Studien- und Prüfungsordnung des anbietenden Studiengangs. Für MMSM330 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 der Kreditpunkten errechnet.
Verwendbarkeit: -

MMSM320B – Regelung und Sicherheit von Kälteanlagen

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM320B – Regelung und Sicherheit von Kälteanlagen
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): 3. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: Keine
Voraussetzungen nach SPO: Keine
Kompetenzen: Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • regelungstechnische Modelle für Kälte- und Klimaanlage entwickeln und validieren, indem sie Methoden der Parameteridentifikation und Simulation anwenden, Regler auswählen und parametrieren sowie digitale Regelalgorithmen umsetzen, um energieeffiziente und stabile Anlagenregelungen in der Praxis zu realisieren. • rechtliche Anforderungen und sicherheitstechnische Aspekte bei Herstellung und beim Betrieb von Kälteanlagen analysieren, indem sie Risikoanalysen durchführen, u.a. Druckentlastungseinrichtungen auslegen, Einrichtungen der Funktionalen Sicherheit planen und die ATEX-Vorgaben anwenden, um den sicheren Betrieb und die normkonforme Auslegung von Kälteanlagen sicherzustellen.
Prüfungsleistungen: Gleich gewichtete benotete schriftliche Modulprüfung (45 Min) oder mündliche Prüfung (20 Min) je Teilleistung. Eine Laborarbeit ist Prüfungsvorleistung für MABM142B. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Lehrenden festgelegt.
Verwendbarkeit: Die Inhalte dieses Moduls befähigen die Studierenden Regelungs- und Sicherheitskonzepte gezielt in F&E-Projekten, Masterarbeiten oder industriellen Anwendungen einzusetzen.

Lehrveranstaltung 1: Regelung von Kälte- und Klimaanlage
EDV-Bezeichnung: MMSM321B
Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Markus Haschka
Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3 CP
Turnus: jährlich, Sommersemester
Art und Modus: Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache: deutsch
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Methoden der Regelungstechnik für die Kälte- und Klimatechnik • Entwurfsverfahren für Regler (Wurzelortskurve, Frequenzkennlinie) • Linearisierung, Parameteridentifikation • Simulation mit Matlab/Simulink • Aufbau und Funktionsweise verschiedener Expansionsventile und Simulationsmodelle für Expansionsventile.
Empfohlene Literatur: Vorlesungsunterlagen

Anmerkungen: Keine

Lehrveranstaltung 2: Prozess- und Anlagensicherheit

EDV-Bezeichnung: MMSM322B

Dozent/in: Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke

Umfang (SWS/ECTS): 2 SWS / 3 CP

Turnus: jährlich, Sommersemester

Art und Modus: Vorlesung mit Übung, Pflicht

Lehrsprache: deutsch

Inhalte: Die Studierenden können

- Einführung und rechtliche Grundlagen
- Gefahrstoffe und Risikoanalyse
- Auslegung Druckentlastungseinrichtungen (reale Fluide und Zweiphasenströmung)
- Funktionale Sicherheit (Lebenszyklusmodell, Zuverlässigkeit und Dokumentationspflichten)
- Konsequenzanalyse und Auswirkungen von Störungen und Stofffreisetzungen
- Grundlagen Explosionsschutz und ATEX-Richtlinie

Empfohlene Literatur:

Wird semesteraktuell bereitgestellt (Ergänzungen auf Basis aktueller technischer Entwicklungen)

Anmerkungen: Keine

MMSM330B – Wahlfächer Energy Efficiency

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM330B Wahlfächer Energy Efficiency
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6
Einordnung (Semester): 3
Inhaltliche Voraussetzungen: -
Voraussetzungen nach SPO: -
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden 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 sechs Kreditpunkte zu erreichen
Prüfungsleistungen: Abhängig von den gewählten Wahlfächern. Gemäß der entsprechenden Studien- und Prüfungsordnung des anbietenden Studiengangs. Für MMSM330 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 der Kreditpunkten errechnet.
Verwendbarkeit: -

MMSM340 – Semester Project III (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM140/240/340 (ASEM250, MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4SWS)
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss ist der Studierende in der Lage <ul style="list-style-type: none"> - im Team ein vorgegebenes Projekt selbstständig und strukturiert zu bearbeiten und alle Unterlagen zur stofflichen Verwirklichung zu erstellen - eine vorgegebene (evtl. diffuse) Aufgabenstellung zu hinterfragen und zu präzisieren und alle Anforderungen festzulegen - ein komplexes Projekt bezüglich Arbeitspaketen und Zeit zu planen (unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen) - ein Projekt methodisch, im Team zu bearbeiten (incl. Schnittstellendef. und Kommunikation) - Ergebnisse schriftlich und mündlich zu präsentieren
Prüfungsleistungen: Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer praktischen Arbeit inklusive schriftlicher Ausarbeitung (Dokumentation als Projektbericht) sowie der Präsentation des Projektes benotet.
Verwendbarkeit:

Lehrveranstaltung: Semester Project III (Forschungs- und Entwicklungsprojekt)
EDV-Bezeichnung: MMSM141/241/341 (ASEM251, MABM251, MECM251)
Dozent/in: Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS): Projekt, 4 SWS, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:
Art und Modus: Projektarbeit
Lehrsprache:
Inhalte: In Gruppen von ca. 2 bis 6 Personen werden Projekte mit den unterschiedlichsten Themen bearbeitet. Die Aufgabenstellungen werden in der Regel von den Fachkollegen gestellt und unterstützen die angewandte Forschung.
Empfohlene Literatur:

MMSM350 – Transversal Qualifications III

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM150/250/350 (ASEM250, MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 ECTS (4SWS)
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen: Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:
Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> - 1. MMSM151/251/351 Sprachkurs: für Ausländer Deutsch, Niveau B2 oder (Siehe IFS B2), für Muttersprachler: Fremdsprache - 2. MMSM152/252/352 Schlüsselqualifikation: Vorlesung Gastprofessor oder Anerkennung der Sprachkursleistung, oder Basiswissen aus dem Bereich des Human Resource und der Unternehmensführung, Entwicklung der Softskills, Deutschkurs für Mechatroniker
Prüfungsleistungen: <ol style="list-style-type: none"> 1. MMSM151/251/351 Sprachkurs: Anerkennung eines Sprachkurses Details siehe IFS 2. MMSM152/352/352 Schlüsselqualifikation: Anerkennung Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer unbenoteten, schriftlichen Ausarbeitung/Hausarbeit (Personalführung) und einer Klausur (45min) /oder mündl. Prüfung von 10min (Unternehmensführung) bewertet. Die Prüfungsform in der Lehrveranstaltung Unternehmensführung wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben
Verwendbarkeit: -

MMSM 410 – Master-Thesis

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM410
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 24 cp
Einordnung (Semester): 4
Inhaltliche Voraussetzungen:
Voraussetzungen nach SPO: Erfolgreich abgeschlossenes 1. und 2. Semester des Master-Studiengangs (s. § 22 Absatz 1 SPO Teil A Master)
Kompetenzen: <p>Nach erfolgreichem Abschluss können die Studierenden ein Problem eigenständig wissenschaftlich und methodisch innerhalb einer vorgegebenen Frist bearbeiten.</p> <p>Die Studierenden erlangen die Fähigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.

Verwendbarkeit:

Lehrveranstaltung: Master-Thesis

EDV-Bezeichnung: MMSM421 (s.a. MABM321, ASEM321)

Dozent/in: Professoren der Fakultät MMT

Umfang (SWS/ECTS): 24 CP

Turnus:

Art und Modus: Projektarbeit von 5 Monaten

Lehrsprache:

Inhalte:

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.: Richtlinien zur Durchführung von Abschlussarbeiten. Stand 2006

MMSM 420– Abschlussprüfung

Modulbeschreibung:
EDV-Bezeichnung: MMSM420
Modulverantwortliche(r): Studiendekan
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): Mastersemester
Inhaltliche Voraussetzungen:
Voraussetzungen nach SPO:
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.
Verwendbarkeit:

Lehrveranstaltung: Abschlussprüfung
EDV-Bezeichnung: MMSM421 (s.a. MAM331 , ASEM331)
Dozent/in: Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS): 6 CP
Turnus:
Art und Modus: Selbststudium und wissenschaftliches Kolloquium
Lehrsprache:
Inhalte: Wissenschaftliche Verteidigung der Master-Thesis
Empfohlene Literatur:
Anmerkungen: