



Modulhandbuch für den Studiengang
Automotive Systems Engineering (M.Sc.)
ASEM

Inhalt

Kontaktinformationen.....	2
Version und Gültigkeit.....	2
Abkürzungen	3
Modulübersicht	5
ASEM110 – Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	6
ASEM120 – Sichere cyber-physikalische Systeme	8
ASEM130 – Systems Engineering verteilter Systeme	10
ASEM140 – Vernetzung und Fahrzeugkommunikation	14
ASEM150 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1	17
ASEM210 – Personalführung und Management	19
ASEM220 – Vertiefungsmodul 1	22
ASEM230 – Vertiefungsmodul 2	22
ASEM240 – Vertiefungsmodul 3	22
ASEM250 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2	23
ASEM310 – Wahlpflichtmodul	25
ASEM320 – Master-Thesis	26
ASEM330 – Abschlusskolloquium	27
Vertiefungsmodule zu A: Autonome Systeme und Künstliche Intelligenz.....	28
ASEM220A – Mathematische Algorithmen	28
ASEM230A – Eingebettete Systeme.....	31
ASEM240A – Autonomes Fahren	33
Vertiefungsmodule zu B: Digitale Fahrzeugentwicklung	36
ASEM220B – Ausgewählte Kapitel der Mathematik.....	36
ASEM230B – Simulationsmethoden in der Thermofluidynamik	38
ASEM240B – Energieeffizienz in der Wärme- und Kältetechnik.....	40

Kontaktinformationen

Sekretariat Automotive Systems Engineering
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. Reiner Kriesten
+49 (0)721 925-1747
Reiner.Kriesten@h-ka.de
Geb. F, Raum 107

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 Automotive Systems Engineering mit dem Abschluss Master of Science (M.Sc.) vom 12.02.2026, 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 Studienzzeit. 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).

Wahlschwerpunkt

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

Sem.	A AUTONOME SYSTEME UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ				
1.	Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	Sichere cyber-physikalische Systeme	Systems Engineering verteilter Systeme	Vernetzung und Fahrzeug-kommunikation	F+E Projekt 1
2.	Personalführung und Management	Mathematische Algorithmen	Eingebettete Systeme	Autonomes Fahren	F+E Projekt 2
HAUPTSTUDIUM					
3.	Wahlpflichtmodul	Master-Thesis			Abschluss-kolloquium

Sem.	B DIGITALE FAHRZEUGENTWICKLUNG				
1.	Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	Sichere cyber-physikalische Systeme	Systems Engineering verteilter Systeme	Vernetzung und Fahrzeug-kommunikation	F+E Projekt 1
2.	Personalführung und Management	Ausgewählte Kapitel der Mathematik	Simulationsmethoden in der Thermofluidodynamik	Energieeffizienz in der Wärme- und Kältetechnik	F+E Projekt 2
HAUPTSTUDIUM					
3.	Wahlpflichtmodul	Master-Thesis			Abschluss-kolloquium

Vertiefungen

Ab dem ersten Semester wählen Sie aus einem der folgenden Vertiefungen:

- Autonome Systeme und Künstliche Intelligenz (A)
- Digitale Fahrzeugentwicklung (B)

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

ASEM110 – Künstliche Intelligenz und Datenanalyse

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM110 (s.a. MABM210, MECM210)
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:	-
Lernergebnisse und 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 oder mündliche Prüfung von 20 min. Prüfungsnummer ASEM111.	

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

Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung:	Data Science für Ingenieure
LV-Bezeichnung:	ASEM112 (s.a. MABM212, MECM212)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Peter Offermann
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<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:	-

ASEM120 – Sichere cyber-physikalische Systeme

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM120 (s.a. MECM220)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Reiner Kriesten
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Kenntnisse der Informatik und der Mathematik entsprechend dem Bachelor-Niveau in einem technisch orientierten Studiengang.
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: 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. 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.	
Prüfungsleistungen: Klausur 120 min oder mündliche Prüfung von 20 min. Prüfungsvorleistung XP z.B. Abgabe Programmierübung oder nach Absprache. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Prüfungsnummer ASEM121	

Lehrveranstaltung:	Cyber-Physical Security
LV-Bezeichnung:	ASEM121
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Reiner Kriesten
Umfang (SWS/CP):	4 SWS / 6 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierten Übungen
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte: Die Vorlesung vermittelt folgende Inhalte, die insbesondere anhand von integrierten Übungen vertieft werden: <ul style="list-style-type: none"> • 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:

-

ASEM130 – Systems Engineering verteilter Systeme

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM130
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Laura Comella
Modulumfang (ECTS):	3+(*), mindestens 6
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: <p>Nach erfolgreichem Abschluss verfügen die Studierenden über Kenntnisse in der Anwendung systemtechnischer Methoden zur Analyse, Strukturierung und Umsetzung technischer Systeme, insbesondere unter Berücksichtigung funktionaler, physikalischer und informationstechnischer Zusammenhänge.</p> <p>Im Bereich der Systementwicklung sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Prüfungsleistungen: <p>Die Kenntnisse der Studierenden werden in Form einer vorlesungsbegleitenden praktischen Prüfungsleistung, die sich aus einer Projektarbeit und eine Präsentation mit mündlicher Prüfung von mindestens 20 min Dauer zusammensetzt, bewertet. Alternativ können die Kenntnisse der Studierenden anhand einer benoteten schriftlichen Prüfung (Klausur) von 90 min Dauer bewertet werden. Prüfungsnummer ASM131 + *.</p>	

Lehrveranstaltung:	Systems Engineering
LV-Bezeichnung:	ASEM131
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Laura Comella
Umfang (SWS/CP):	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>	

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.

Empfohlene Literatur:

INCOSE Systems Engineering Handbook (V5.0), INCOSE System Engineering vision 2035

Anmerkungen:

Lehrveranstaltung:	Technischer Wahlpflichtkatalog
LV-Bezeichnung:	ASEM132
Dozent/in:	N.N.
Umfang (SWS/CP):	- / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	-
Lehrsprache:	-
Studieninhalte:	Die Studierenden können Veranstaltungen aus einer Liste von speziell angebotenen Wahlveranstaltungen auswählen. Die Lerninhalte sind entsprechend den Modulbeschreibungen der belegten Wahlpflichtfächer. Die Auswahl der Fächer erfolgt in Rücksprache mit dem Studiendekan
Empfohlene Literatur:	-
Anmerkungen:	-

Wahlpflichtkatalog:

Vorlesung Automobil- und Mobilitätswirtschaft, siehe unten, ODER

Modellbildung und Simulation ODER

Praktische Entwicklung Cyber-Physikalischer Systeme, siehe unten, ODER

Weitere mögliche Fächer nach Rücksprache mit Studiendekan

Lehrveranstaltung:	Automobil- und Mobilitätswirtschaft
LV-Bezeichnung:	ASEM133W
Dozent/in:	Dr. Rudolf Schnee
Umfang (SWS/):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	Die Vorlesung vermittelt wirtschaftswissenschaftliche Kenntnisse in Verbindung mit Lösungsansätzen für Aufgaben- und Problemstellungen in der Automobil- und Mobilitätswirtschaft. Dabei soll ein ganzheitliches Verständnis zu den automobil- und mobilitätswirtschaftlichen Akteurskonstellationen, Funktionsverteilungen und Managementprozessen gelehrt werden. Im Mittelpunkt stehen dabei Herausforderungen bei Mobilitätsanbietern, Zulieferern, Branchendienstleistern, Automobilherstellern und -händlern. Ein besonderer Fokus wird auf die bestehenden und künftigen Anforderungen hinsichtlich Technologie, Internationalisierung, Produktvielfalt und neue Wettbewerber aus dem digitalen Umfeld gelegt, die einen grundlegenden Wandel in der Branche bedeuten.
Empfohlene Literatur:	Willie Diez: Grundlagen der Automobilwirtschaft: Das Standardwerk der Automobilbranche Heike Proff: Mobilität in Zeiten der Veränderung: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte Achim Kampker: Elektromobilität: Grundlagen einer Zukunftstechnologie Sunil Chopra: Supply Chain Management
Anmerkungen:	-

Lehrveranstaltung:	Modellbildung und Simulation
LV-Bezeichnung:	ASEM134W
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Norbert Skricka
Umfang (SWS):	3 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung und Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	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. 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: Kennlinien und Kennfelder: Die einfachsten nichtlinearen Modelle bilden Kennlinien und Kennfelder. Beschreibungen mittels Interpolation und Approximation werden in MATLAB umgesetzt. 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:

-

Lehrveranstaltung:	Praktische Entwicklung Cyber-Physikalischer Systeme
LV-Bezeichnung:	ASEM135W
Dozent/in:	Studiendekan bzw. Dozierende nach Absprache
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projekt
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte:	<p>Die Studierende vertiefen die aus einem der folgenden Module erworbenen Erkenntnisse anhand praktischer Einsatzfälle (z. B. in System- und SW-Development, intelligente Algorithmen, Security-Mechanismen, Realisierung von KI-Ansätzen).</p> <p>Module: Sichere cyber-physikalische Systeme (ASEM120), Vernetzung und Fahrzeugkommunikation (ASEM140) bzw. autonomes Fahren (ASEM240) oder verwandte Themengebiete</p> <p>Das Projekt ergänzt damit die Vorlesungsinhalte und vertieft das Verständnis insbesondere hinsichtlich der praktischen Anwendung der theoretischen Methoden.</p>
Empfohlene Literatur:	-
Prüfungsleistung:	<p>Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer schriftlichen Ausarbeitung (Projektbericht) sowie der 20-minütigen Präsentation des Projektes benotet.</p>
Anmerkungen:	-

ASEM140 – Vernetzung und Fahrzeugkommunikation

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM140
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Trittler
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Bachelorabschluss im Studiengang Fahrzeugtechnologie oder vergleichbar, insbesondere Grundkenntnisse in Digitaltechnik und Informatik
Voraussetzungen nach SPO:	Laborarbeit
Lernergebnisse und Kompetenzen: <p>Die Studierenden können moderne Kommunikationsarchitekturen (nicht nur) in Fahrzeugen analysieren und bewerten, indem sie die Prinzipien der Kommunikationstechnik auf allen Ebenen des OSI-Schichtenmodells verstehen, Protokolle und deren Anwendung in automotiven Systemen analysieren sowie deren Effizienz, Security und Eignung für unterschiedliche Szenarien bewerten, um Aufbau, Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten vernetzter Systeme fundiert beurteilen zu können.</p> <p>Dabei können sie Kommunikationssysteme ganzheitlich betrachten, indem sie elektrische Übertragungstechnik, Modulationsverfahren, Buszugriff, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur sowie Adressierung, Transportprotokolle, Security und verschiedene Applikationen (Diagnose per UDS, Zeitsynchronisierung per PTP, Datenübertragung per HTTPS) einbeziehen, um Zusammenhänge über alle Kommunikationsebenen hinweg zu verstehen und geeignete Lösungen auszuwählen.</p> <p>Im praktischen Teil lernen die Studierenden Kommunikationssysteme entwickeln und optimieren, indem sie im Rahmen einer Laborarbeit ein eigenes Kommunikationssystem von den physikalischen Grundlagen bis zur Applikation aufbauen und analysieren, um theoretische Inhalte praktisch umzusetzen und ein vertieftes Systemverständnis zu erlangen.</p>	
Prüfungsleistungen:	Modulklausur 90 min oder mündliche Prüfung 20 min. Laborarbeit als Prüfungsvorleistung. Prüfungsnummer ASEM141.

Lehrveranstaltung:	Vernetzte Fahrzeuge und Fahrzeugkommunikation
LV-Bezeichnung:	ASEM141
Dozent/in:	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Trittler
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte: 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 Priorisierung: 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
LV-Bezeichnung:	ASEM142
Dozent/in:	Prof. Dr. rer.nat. Stefan Trittler
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung + Labor
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Praktischer Teil im integrierten Labor: Entwicklung eines Kommunikationssystems entlang des ISO/OSI-Schichtenmodells</p>	

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:

-

ASEM150 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM150 (s.a. MABM150, MECM150)
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p>Lernergebnisse und Kompetenzen: 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</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auch unvollständige oder diffuse Aufgabenstellungen systematisch hinterfragen, präzisieren und in überprüfbare Projektziele überführen, • geeignete Methoden aus Forschung, Entwicklung und Projektmanagement begründet auswählen und anwenden, • Projektstruktur, Arbeitspakete, Zeitplanung, Ressourcen und Verantwortlichkeiten konsistent festlegen und dokumentieren, • technische, organisatorische und ggf. experimentelle Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren sowie • Projektergebnisse adressatengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und verteidigen, <p>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.</p>	
<p>Prüfungsleistungen: 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.</p>	

Lehrveranstaltung:	Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1
LV-Bezeichnung:	ASEM151 (s.a. MABM151, MECM151)
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/CP):	4 SWS/6 CP, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projektarbeit
Lehrsprache:	-
<p>Studieninhalte: 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.:</p>	

- 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.

ASEM210 – Personalführung und Management

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM210 (s.a. MABM210, MECM110)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Robert Weiß
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p>Lernergebnisse und Kompetenzen:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
<p>Prüfungsleistungen:</p> <p>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 ASEM111.</p>	

Lehrveranstaltung:	Personalführung
LV-Bezeichnung:	ASEM211 (s.a. MABM211, MECM111)
Dozent/in:	Prof. Dr. Weiß, wechselnde Dozenten aus Industrie u. Wirtschaft
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung und Seminar
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Personalgewinnung • Personalauswahl • Personalbeurteilung • Personalentwicklung • Potentialanalyse • Teamwork und Konfliktmanagement • Assessmentcenter • Management und Leadership
Empfohlene Literatur:	<p>Berthel, Jürgen/Becker, Fred G.: Personalmanagement. Grundzüge für Konzeptionen betrieblicher Personalarbeit, Stuttgart.</p> <p>Scholz, Christian: Grundzüge des Personalmanagements, München.</p> <p>Stock-Homburg, Ruth: Personalmanagement. Theorien – Konzepte – Instrumente, Wiesbaden.</p> <p>Alle genannten Werke jeweils in der aktuellen Auflage.</p>
Anmerkungen:	-

Lehrveranstaltung:	Unternehmensmanagement/Businessplan
LV-Bezeichnung:	ASEM212 (s.a. MABM112, MECM112)
Dozent/in:	Prof. Dr. Jörg Fischer
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übungen und Präsentationen, seminaristischer Unterricht, themenbezogenen Diskussionen, strukturiertes Eigenstudium Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<p>Ausgewählte betriebswirtschaftliche Elemente eines Businessplans</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungskriterien zur Rechtsformwahl der Unternehmen • Geschäftsidee: Produkte und Dienstleistungen / Branche: Markt und Wettbewerb • Kosten- und Preiskalkulation, Preisfindung, Preispolitik • Überblick über die Finanzierungsarten- Innenfinanzierung, Außenfinanzierung, Kreditfinanzierung, Leasing, Factoring, Forfaitierung, Venture, Capital, Business Angels, Crowdfunding, Subventionen und Fördermittel, Kreditsicherheiten • Elemente des Finanzplans-/Investitions-/ Kapitalbedarfsplan, Liquiditätsplan, Plan-Gewinn- und Verlustrechnung, Plan-Bilanz • Betriebswirtschaftliche Kennzahlen- Kennzahlen zur Vermögensstruktur, Kennzahlen zur Finanzlage, Kennzahlen zur Ertragslage

Empfohlene Literatur:

Coenenberg, 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.

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

ASEM220 – Vertiefungsmodul 1

siehe Vertiefungsmodule

ASEM230 – Vertiefungsmodul 2

siehe Vertiefungsmodule

ASEM240 – Vertiefungsmodul 3

siehe Vertiefungsmodule

ASEM250 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM250 (s.a. MABM250, MECM250)
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Ingenieurwissen aus vorausgegangenem Bachelorstudiengang
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: 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"> • Auch unvollständige oder diffuse Aufgabenstellungen systematisch hinterfragen, präzisieren und in überprüfbare Projektziele überführen, • geeignete Methoden aus Forschung, Entwicklung und Projektmanagement begründet auswählen und anwenden, • Projektstruktur, Arbeitspakete, Zeitplanung, Ressourcen und Verantwortlichkeiten konsistent festlegen und dokumentieren, • technische, organisatorische und ggf. experimentelle Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren sowie • Projektergebnisse adressatengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und verteidigen, 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.	
Prüfungsleistungen: 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.	

Lehrveranstaltung:	Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2
LV-Bezeichnung:	ASEM251 (s.a. MABM251, MECM251)
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/CP):	4 SWS/6 CP, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projektarbeit
Lehrsprache:	-
Studieninhalte: 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.

Anmerkungen:

-

ASEM310 – Wahlpflichtmodul

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM310
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	5 CP
Einordnung (Semester):	3. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: 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.	
Prüfungsleistungen: 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.	
Anmerkungen:	-

ASEM320 – Master-Thesis

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM320
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. § 22 Absatz 1 SPO Teil A 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 sowie 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.	

Lehrveranstaltung:	Master-Thesis
LV-Bezeichnung:	ASEM321
Dozent/in:	Professor/-innen der Fakultät MMT
Umfang (SWS/CP):	-
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)

ASEM330 – Abschlusskolloquium

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM330
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.	

Lehrveranstaltung:	Abschlusskolloquium
LV-Bezeichnung:	ASEM331
Dozent/in:	Professor/-innen der Fakultät MMT
Umfang (SWS/CP):	Eigenstudium 150 h
Turnus:	-
Art und Modus:	Selbststudium und wissenschaftliches Kolloquium
Lehrsprache:	-
Studieninhalte: Wissenschaftliche Verteidigung der Master-Thesis	
Empfohlene Literatur:	-
Anmerkungen:	-

Vertiefungsmodule zu A: Autonome Systeme und Künstliche Intelligenz

ASEM220A – Mathematische Algorithmen

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM220A
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Helfrich-Schkarbanenko
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Lehrveranstaltungen zur Höheren Mathematik
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p>Lernergebnisse und Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung verfügen die Studierenden über fundierte Kenntnisse in der Modellierung und Lösung mathematischer Problemstellungen aus verschiedenen Anwendungsfeldern:</p> <p>Graphentheoretische Probleme: 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>Lineare Optimierungsprobleme: 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>Nichtlineare Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen: 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>Nichtlineare Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen: 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>	

Ausgleichsprobleme:

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 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: ASEM221 (s.a. MECM121)

Lehrveranstaltung:	Mathematische Algorithmen
LV-Bezeichnung:	ASEM221A (s.a. MECM121)
Dozent/in:	Prof. Dr.-nat. Andreas Helfrich-Schkarbanenko
Umfang (SWS/CP):	4 SWS / 6 CP
Turnus:	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>Graphen: Un-/gerichteter Graph, Adjazenzmatrix, Pfadlänge, Erreichbarkeitsmatrix, Euler-Kreis, Eulersche Kantenzug, Algorithmus von Prim, Spannbaum</p> <p>Lineare Optimierung: Standardform der Problemstellung, graphische Lösung, Charakterisierung des Optimums eines Linearen Problems, zulässige Basislösung, Simplex-Algorithmus, Primaler Simplex-Algorithmus,</p> <p>Nichtlineare Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen: 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>Nichtlineare Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen: Minimierungsproblem, Lagrange-Multiplikatorenregel, Satz von Minima und Maxima, Optimierungsprobleme mit Gleichungs- und Ungleichungsrestriktionen, Minimierungsproblem, Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen</p> <p>Ausgleichsrechnung: Lineare Ausgleichsrechnung, Normalengleichung, Pseudoinverse, Regularisierung</p> <p>Neuronale Netze: Das mathematische Modell, Lineare Netze mit minimalem Fehler, Lernproblem, Normalengleichung, Delta-Regel (Gradientenabstieg), Delta-Lernen (inkrementell), Logistische Regression, Backpropagation-Algorithmus, MNIST-Datensatz</p> <p>Kalman-Filter: 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.

ASEM230A – Eingebettete Systeme

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM230A (s.a. MECM240)
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:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse in ausgewählten Gebieten der Informatik und Regelungstechnik: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Linux, Prozesse, Threads, Scheduling, Prioritäten • können Prozesse/Threads erzeugen und attributieren • Komponentenarchitekturen, Komponenten erzeugen, Namen, Prioritäten und Kontexte • Kommunikation mit anderen Komponenten implementieren • Interprozesskommunikation (IPC) für Komponenten • Events über SharedMemory und globale Speicher verschicken • Zustandsautomaten nach der Aufzählungsmethode und gemäß dem State-Pattern implementieren • Anbindung von Sensoren und Aktuatoren: mit Devices umgehen, A/D-Wandler, Beschleunigungssensoren in eigene Klassenimplementierungen einbinden • Zustandsregler entwerfen und implementieren • in MATLAB/Simulink erarbeitete Parameter und Funktionen in eigene Implementierungen übertragen • eigenständig z. B. mit Hilfe von Lagrange Ansätzen Differenzialgleichungen für mechatronische Systeme formulieren Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden folgende fundierte Kenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • in verteilten Build-Prozessen für inklusive Fehlerbehebung und der Verwendung der Build-Toolkette • in ausgewählten Programmiertechniken für sichere, eingebettete Systeme 	
Prüfungsleistungen: Klausur 120 min oder mündliche Prüfung 20 min. Dies wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben. Vorlesungsbegleitend wird ein Projekt bearbeitet.	

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

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 an in einem Labor vertieft.

Empfohlene Literatur:
Vorlesungsskript, Skript Informatik II,
Buch ‚Automotive Embedded Systeme‘, Wietzke, Springer Verlag 2005

Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung:	Ausgewählte Programmierertechniken
LV-Bezeichnung:	ASEM232A (s.a. MECM242)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Reiner Kriesten
Umfang (SWS/CP):	1 SWS / 2 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	Verteilte eingebettete Systeme werden über die Architekturentwicklung 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 Programmierertechniken 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.
Empfohlene Literatur:	Skript Technische Informatik II von Prof. Kriesten
Anmerkungen:	-

ASEM240A – Autonomes Fahren

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM240A
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Trittler
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: Grundlagen in Systemtheorie / Signalverarbeitung, Stochastik, Entwicklungsprozessen, z. B. aus einem Bachelor in Mechatronik oder Fahrzeugtechnologie	
Voraussetzungen nach SPO: -	
Lernergebnisse und Kompetenzen: Das Modul vermittelt ein interdisziplinäres Verständnis der Schlüsseltechnologien und -konzepte für autonomes Fahren und allgemein autonom agierende Systeme. Es kombiniert ingenieurtechnische Methoden mit rechtlichen und ethischen Rahmenbedingungen, um sichere und zuverlässige Systeme zu entwickeln. Die Studierenden kennen die wesentlichen Komponenten (Sensorik, Recheneinheiten und Aktorik) autonomer Fahrzeuge und sind in der Lage, sowohl die erforderlichen Maßnahmen aus Safety-Sicht als auch die Funktion zu benennen, zu analysieren, darzustellen und zu bewerten. Sie analysieren auf Grundlage der aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen und des Stands der Technik Algorithmen und Sicherheitskonzepte und wenden diese auf Beispieldaten praktisch an, um Systeme für autonome Fahrzeuge zu entwickeln, und sie bewerten und optimieren E/E-Architekturen ebenso wie die erforderlichen (SW-)Entwicklungsprozesse gemäß dieser Anforderungen.	
Prüfungsleistungen: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 20 min. Prüfungsvorleistung Übungsabgaben.	

Lehrveranstaltung:	Sensoren und Algorithmen für Autonomes Fahren
LV-Bezeichnung:	ASEM241A
Dozent/in:	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Trittler
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierter Übung
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte: Im Rahmen dieser Veranstaltung werden alle relevanten Sensoren vorgestellt, und von den physikalischen Messprinzipien, ihren Stärken und Schwächen bis zu den Algorithmen zur Verarbeitung der Sensordaten und der Sensordatenfusion diskutiert. Die Algorithmen zur Rohdatenverarbeitung umfassen dabei sowohl „klassische“ Signalverarbeitung als auch AI-basierte Ansätze, und die Studierenden lernen, die unterschiedlichen Ansätze zu vergleichen und zu bewerten. Radar: FMCW und Chirp-Sequence Modulation. Frequenzverschiebung und Doppler-Effekt zur Geschwindigkeits- und Entfernungsbestimmung, CFAR-Algorithmen zur Zielerkennung, Winkelschätzung. Lidar: Punktwolken-Verarbeitung mit Clustering und Merkmalsextraktion	

Kamera: Bildvorverarbeitung (z. B. Kantenerkennung, Farbsegmentierung, optischer Fluss), Triangulation (bei Stereo-Kameras) und Objekterkennung mit CNNs.
GNSS: Schnitt von 4 Kugelschalen zur Bestimmung von Ort und Zeit
Fusionsmethoden zur präzisen Positionierung unter Berücksichtigung von Signalrauschen.
Ultraschall: Entfernungsmessung über Signallaufzeit
Inertialsensoren: dynamische Eigenschaften, Integration
Lenkwinkel und Raddrehzahl: Ego-Fahrzeug-Bewegung, Vergleich mit alternativer Berechnung durch anderen Sensoren

Es werden verschiedene Konzepte zur Fusion von Sensordaten vorgestellt:

- Early Fusion: Datenbasierte Kombination von Radar- und Kameradaten im Rohdatenraum.
- Late Fusion: Entscheidungsbasierte Fusion.
- End-to-End KI: Training von Transformer-Modellen zur direkten Steuerung aus Rohsensoren.

Speziell eingegangen wird auf die Ermittlung der Eigenbewegung des Fahrzeugs (durch Sensordatenfusion oder SLAM), und auf die Verfolgung von bewegten Objekten durch Tracking (mittels Kalman Filter / Particle Filter oder AI).

Empfohlene Literatur:

Winner, H., Hakuli, S., Lotz, F., Singer, C. (Hrsg.): Handbuch Fahrerassistenzsysteme Springer Vieweg, 2015 ISBN 978-3-658-05733-6

Wallentowitz, Henning; Reif, Konrad (Hrsg.): Handbuch Kraftfahrzeugelektronik: Grundlagen – Komponenten – Systeme – Anwendungen. Vieweg+Teubner, 2010. – ISBN 3-8348-0700-1;

Tille, Th., Automobil-Sensorik 2, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2018

Anmerkungen:

Die Studierenden erarbeiten auf Grundlage der in der Vorstellung vorgestellten Algorithmen eigenen Code in Python, der bereitgestellte reale Daten verarbeitet (bzw. fusioniert / trackt). Diese Software ist vorzuführen und als Prüfungsvorleistung gefordert.

Lehrveranstaltung:	Entwicklungsmethoden für Autonomes Fahren
LV-Bezeichnung:	ASEM242A
Dozent/in:	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Trittler
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierter Übung
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte:	<p>Die Studierenden lernen im Rahmen dieser Vorlesung die verschiedenen Level des autonomes Fahrens kennen, und die Anforderungen, die daraus abgeleitet werden können. Es werden die rechtlichen und ethischen Fragen diskutiert, die sich daraus ergeben.</p> <p>Im Rahmen dieser Vorlesung lernen die Studierenden anschließend die aktuellen rechtlichen Grundlagen für autonomes Fahren kennen. Sie beschäftigen sich dabei insbesondere auch mit dem „Stand der Technik“ und mit der Vorgehensweise nach den relevanten Normen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Functional Safety (ISO 26262): Risikobewertung, Sicherheitsziele und ASIL-Klassifizierung. • SOTIF (ISO 21448): Umgang mit unbekanntem Unsicherheiten. • Security (ISO 21434): Schutz vor Cyberangriffen auf Fahrzeugsysteme. • ISO/PAS 8800:2024 Road vehicles — safety and artificial intelligence: Vertrauenswürdigkeit und Erklärbarkeit von KI-Entscheidungen, Entwicklungsprozess für Daten, Konkretisierung von SOTIF und Functional Safety

Darüber hinaus werden die wichtigsten Methoden vorgestellt und an realen Beispielaufgaben angewandt und bewertet. Dies umfasst

- HARA (hazard analysis and risk assessment für safety) bzw. TARA (threat analysis and risk assessment für security)
- FMEA zur Identifikation von Fehlerursachen, FTA für die Analyse von Systemausfällen. DFA zur Bewertung von Abhängigkeiten.
- Berechnung von Fehlerraten (z. B. Markov-Modelle) und Verfügbarkeit (MTBF/MTTR). Redundanz, Fehlertoleranzzeit und Safe State.
- SW-Architektur nach AUTOSAR (classic und adaptive)
- Entwicklungsvorgehen: V-Modell, Functional Safety Concept, Technical Safety Concept, beispielhafte technische Maßnahmen zur Fehlererkennung oder Erhöhung der Verfügbarkeit, beispielhafte SW-Maßnahmen für Test und Validation

Auf Basis dieser Methoden und den Kenntnissen der Sensorik werden E/E-Architekturen vorgestellt und die Studierenden lernen, neue Architekturen zu entwerfen, zu bewerten und zu optimieren. Dabei wird die aktuelle Entwicklung der Steuergerätehardware ebenso wie die Anforderungen an die Vernetzung und die Softwarearchitektur berücksichtigt.

Des Weiteren wird genauer auf die Chancen und Risiken beim Einsatz von AI eingegangen, und insbesondere die Bedeutung der Datenqualität an Beispielen herausgearbeitet.

Empfohlene Literatur:

Vorlesungsskript

Normen und Standards: ISO 26262, ISO 21448, ISO 21434, ISO PAS 8800

Autosar Konsortium: www.autosar.org

Winner, H., Hakuli, S., Lotz, F., Singer, C. (Hrsg.): Handbuch Fahrerassistenzsysteme Springer Vieweg, 2015 ISBN 978-3-658-05733-6

Anmerkungen:

-

Vertiefungsmodule zu B: Digitale Fahrzeugentwicklung

ASEM220B – Ausgewählte Kapitel der Mathematik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM220B (s.a. MABM220)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Olawsky
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematikkenntnisse aus den Bachelorstudiengängen Maschinenbau bzw. Fahrzeugtechnologie • Grundkenntnisse in Thermodynamik und Strömungslehre • Grundkenntnisse in Programmierung (MATLAB oder Python) • Die kompressiblen und inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen sollten bekannt sein (z. B. aus CFD-Vorlesungen in den Bachelor-Studiengängen oder aus der Vorlesung Thermofluiddynamik) 	
Voraussetzungen nach SPO: -	
Lernergebnisse und Kompetenzen: Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • mathematische Werkzeuge zur Beschreibung physikalischer Probleme gezielt auswählen und anwenden, indem sie Differentialoperatoren, Regressionsmethoden, numerische Verfahren und Fehlerabschätzungen einsetzen, um technische Prozesse mathematisch zu beschreiben und zu analysieren. • gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen (PDEs) numerisch lösen, indem sie geeignete Verfahren (z. B. Finite-Differenzen, Finite-Volumen, Finite-Elemente) gemäß der Klassifikation von PDEs auswählen und anwenden, um technische Phänomene in den Ingenieurwissenschaften zu modellieren und zu simulieren. • physikalische Rand- und Anfangsbedingungen mathematisch korrekt formulieren, indem sie die Struktur und Eigenschaften der zugrunde liegenden PDEs (elliptisch, parabolisch, hyperbolisch) erkennen, um realitätsnahe Problemstellungen im technischen Kontext methodisch zu bearbeiten. • selbstständig geeignete numerische Verfahren für ein physikalisches Problem auswählen, indem sie Stabilitätskriterien (z. B. CFL-Bedingung) bewerten und analytische sowie numerische Lösungsansätze kritisch vergleichen, um effizient zwischen Theorie und Simulation zu vermitteln. 	
Prüfungsleistungen: Benotete schriftliche Modulprüfung (120 Min) oder mündliche Prüfung (20 Min). Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Dozenten festgelegt. Prüfungsnummer: ASEM221B (MABM221)	

Lehrveranstaltung:	Vektoranalysis, partielle Differentialgleichungen und numerische Methoden
LV-Bezeichnung:	ASEM221B
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Olawsky
Umfang (SWS/CP):	5 SWS / 6 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
<p>Im Rahmen der Vorlesung werden folgende Inhalte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Differenzialrechnung für Skalarfelder und Vektorfelder, Differenzialoperatoren und deren physikalische Interpretation, Nabla-Operator • Fehlerabschätzung, Nullstellensuche, Regressionsverfahren • Vektoranalysis, Potentialtheorie, Integralsatz von Gauß • Gewöhnliche Differenzialgleichungssysteme erster Ordnung, Richtungsvektorfeld, numerische Verfahren für gewöhnliche Differenzialgleichungssysteme erster Ordnung, explizites und implizites Euler-Verfahren, Verfahren zweiter Ordnung, Runge-Kutta-Verfahren, Fehlerordnung • Partielle Differenzialgleichungen, Beispiele für partielle Differenzialgleichungen aus der Physik bzw. den Ingenieurwissenschaften, Klassifikation • Beispiele für partielle Differenzialgleichungen aus ingenieurwissenschaftlichen Anwendungsgebieten, Wärmeleitungsgleichung, Euler-Gleichungen, Navier-Stokes-Gleichungen • Rand- und Anfangsbedingungen, Arten und Anzahl an Randbedingungen • Analytische Lösungsmethode für lineare partielle Differenzialgleichungen zweiter Ordnung • Erhaltungsgleichungen, Transportgleichungen, analytische Betrachtung streng hyperbolischer Differenzialgleichungen erster Ordnung, Charakteristiken • Numerische Verfahren für partielle Differenzialgleichungen, Finite-Differenzen-Verfahren, Äquivalenztheorem von Lax • Finite-Volumen-Verfahren, CFL-Bedingung, Upwind-Verfahren 	
<p>Empfohlene Literatur: Laurenz Göllmann, Reinhold Hübl, Susan Pulham, Stefan Ritter, Henning Schon, Karlheinz Schüffler, Ursula Voß, Georg Vossen: Mathematik für Ingenieure: Verstehen, Rechnen, Anwenden, Band 2, Springer-Vieweg, 2017 J. H. Ferziger, M. Peric, R. L. Street: Numerische Strömungsmechanik, Springer Vieweg, 2020 Munz, C.-D.; Westermann, T.; Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, Springer Vieweg, 2019, ISBN 978-3-662-55886-7</p>	
Anmerkungen:	-

ASEM230B – Simulationsmethoden in der Thermofluiddynamik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM230B (s.a. MABM203B)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Mathematische Grundlagen (partielle Differentialgleichungen, Vektoranalysis)
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p>Lernergebnisse und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden können die Erhaltungsgleichungen der Thermofluiddynamik (Masse, Impuls, Energie, Stoffmenge) analytisch und numerisch analysieren, indem sie physikalische Modellannahmen treffen, diese in mathematische Formulierungen überführen und geeignete numerische Methoden anwenden (FDM, FVM), um technische Strömungs- und Wärmeprobleme strukturiert zu modellieren, zu berechnen und zu bewerten.) Sie sind in der Lage die Erhaltungsgleichungen für spezielle Fragestellungen zu vereinfachen und die Grenzen der Anwendbarkeit zu erkennen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage komplexe thermofluiddynamische Problemstellungen mit numerischer Software (z. B. OpenFOAM) lösen, indem sie Modelle aufbauen, Parameter festlegen und Rechennetze bewerten, um realitätsnahe Simulationsergebnisse für industrielle Anwendungen zu generieren. Anhand zahlreicher Anwendungsbeispiele üben sie Modellbildung sowie Programmierung und wenden Open-Source sowie kommerzielle Programmpakete an.</p> <p>Die Studierenden können den universellen Charakter von Transportgleichungen auf neue Anwendungen übertragen, indem sie aus vorgegebenen physikalischen Zusammenhängen geeignete Modellgleichungen ableiten, um neue Fragestellungen z. B. im Bereich Thermomanagement, Schmierung oder Stofftransport selbstständig zu bearbeiten. Damit sind sie in der Lage für innovative technische Lösungen um- und durchströmte Bauteile mit Wärmeübergang z. B. im Bereich Thermomanagement, Schmierung oder Stofftransport auszulegen und zu bewerten.</p>	
<p>Prüfungsleistungen:</p> <p>Benotete schriftliche Modulprüfung (90 min.) oder mündliche Prüfung (20 min.), zusätzlich Prüfungsvorleistungen (Labor, Übung, Rechnerübung).</p> <p>Die Prüfungsform wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>	
Prüfungsnummer: ASEM231B (MABM231B)	

Lehrveranstaltung:	Mathematische Methoden der Thermofluiddynamik
LV-Bezeichnung:	ASEM231B (s.a. MABM231B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Umfang (SWS/CP):	3 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierten Übungen, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung Vektoranalysis, Indexnotation

<ul style="list-style-type: none"> • Grundgleichungen (Massen-, Impuls- und Energiegleichung), Euler-/Lagrange Betrachtung, Anwendung substantielle Ableitung (Transporttheorem), Grundbegriffe und Einheitensystem (Buckingham-Pi Theorem) • Potentialtheorie • Anwendung der Diskretisierung FDM und FVM (Gauß'scher Satz, Stabilitätsbedingung, Rand- und Anfangsbedingungen) • Vernetzung, Qualität und Genauigkeit • Gasdynamik • Grenzschichtströmungen mit Wärmeübergang (Grenzschichtgleichungen, Halibunendlicher Körper, Näherung für lange Zeiten) • Turbulenz und Turbulenzmodellierung, Transition • Strahlungswärmeaustausch
Empfohlene Literatur: Vorlesungsskript Schwarze, R. (2013): CFD-Modellierung, Springer Verlag Ferziger, J.H.; Peric, M.; Street, R.L. (2019): Numerische Strömungsmechanik, Springer Vieweg
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung:	Ausgewählte Kapitel der Thermofluiddynamik
LV-Bezeichnung:	ASEM232B (s.a. MABM232B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Linux, Python und OpenFOAM • Programmierung eines Panelverfahrens auf Basis der Potentialtheorie und Berechnung einer Profilmströmung • Programmierung eines Lösungsverfahrens auf Basis der Finite-Differenzen-Methode (FDM) und Berechnung von Beispielströmungen (Kavität mit bewegtem Deckel, Spaltströmung) • Berechnung von Beispielströmungen (Profilumströmung, Kavität und Spaltströmung) mit OpenFOAM und/oder einem kommerziellen Softwarepaket • Übungen zur Netzerstellung • Programmierung verschiedener Lösungsverfahren für Gleichungen aus der Gasdynamik und Berechnung von Beispielströmungen • Berechnung von Grenzschichtströmungen mit einem Grenzschichtlösungsverfahren • Berechnung turbulenter Strömungen und von Strömungen mit laminar-turbulenter Transition • Berechnung des Strahlungswärmeaustauschs 	
Empfohlene Literatur: Vorlesungsskript	
Anmerkungen: -	

ASEM240B – Energieeffizienz in der Wärme- und Kältetechnik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	ASEM240B
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing Robin Langebach
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Thermodynamik, Grundlagen der Wärmeübertragung, Grundlagen der Strömungsmechanik
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen:	
Fachkompetenz (Wissen und Verstehen, Fertigkeiten):	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> • verstehen den Aufbau von Zustandsgleichungen zur Berechnung von thermischen und kalorischen Stoffeigenschaften • und können die relevanten Parameter für kubische Zustandsgleichungen bestimmen und mit diesen neue Stoffen mit bekannter chemischer Struktur berechnen • kennen die relevanten Einflussgrößen auf die Kälte- bzw. Kühllast und die Wärme- bzw. Heizlast und können diese Lasten bestimmen • können auf der Basis dieser Ergebnisse Komponenten auslegen (insbesondere Verdichter und Wärmeübertrager. • verstehen das Zusammenwirken relevanter Betriebsparameter (z. B. Temperaturen, Volumenstrom, Massenstrom, Drehzahl, Wärmekapazität, Leistungen, energetische Kennzahlen), können diese Wirkung grafisch darstellen und erklären • kennen die Grundlagen der energetischen Bewertung von Kälte- und Klimaanlage (Massen-, Energie-, Entropie-, Exergiebilanzen, Gütegrade, Wirkungsgrade, Leistungszahlen, Nutzungsgrade) und können einzelne Komponenten, Baugruppen und ganze Systeme mit den genannten Methoden analysieren (berechnen, bewerten) und daraus Verbesserungspotenziale aufzeigen • kennen die aktuellen Normen, Verordnungen und verstehen die Bedeutung der dort definierten Methoden und Kennzahlen zur Bewertung von Komponenten und Anlagen • kennen (die) praktisch umsetzbaren Möglichkeiten, die Effizienz der untersuchten Systeme zu steigern • und können deren Einfluss auf die energetische Effizienz rechnerisch bestimmen/abschätzen • Können Kriterien zur Auswahl geeigneter Werkzeuge zur rechnergestützten Berechnung thermophysikalischer Stoffeigenschaften fluider Stoffe am Beispiel von Coolprop, REFPROP, EES nennen (Genauigkeit der Stoffdaten, Geschwindigkeit der Berechnung, Einfachheit der Bedienung, Zuverlässigkeit) • Können mit der Software Coolpack und EES (Engineering Equation Solver) Stoffeigenschaften berechnen und in Diagrammen darstellen • Können komplexe Kältemittelkreisläufe mit Einstoffkältemitteln und zeotropen Kältemittelgemischen modellieren und z. B. mit EES alle relevanten Stoffeigenschaften und Kennzahlen zur energetischen Bewertung berechnen (s.o.): • können den Einfluss der Betriebsparameter auf den Betrieb der ausgelegten Komponenten (Verdichter, Wärmeübertrager) berechnen, darstellen, erklären. • können subkritische, transkritische Prozesse berechnen. 	

Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden thermische Systeme modellieren und mit Hilfe aktueller, ausgewählter Softwaretools selbstständig beschreiben, simulieren, analysieren und Ergebnisse darstellen und detailliert erklären.

Überfachliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstständigkeit, personell, persönliche Kompetenz):

Die Studierenden erkennen die wirtschaftliche und ökologischen Bedeutung der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung und können Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufzeigen.

Während des Labors (im Rechner-Poolraum) arbeiten die Studierenden eigenständig/selbstständig und in Kleingruppen.

- Selbstständiges, eigenständiges, unabhängiges Arbeiten:
- Die Studierenden üben das Erstellen von Modellen, Aufstellen von Bilanzen, Programmieren der Gleichungen und Algorithmen, Analysieren Bewerten der Simulationsergebnisse.
- Anschließend oder begleitend erfolgt eine Diskussion der einzelnen Handlungen und Teilschritte mit anderen Gruppenmitgliedern. Es folgt ggf. eine Fehlersuche, und der Versuch die Ursachen für Unterschiede zu ergründen. In den Kleingruppen lernen die Studierenden gruppenspezifische Prozesse beim Lösen technischer Prozesse kennen.
- Geübt wird (auch) das verantwortungsvolle, gründliche, fehlerfreie Bearbeiten, da sich das (ständige) aufwendige Vergleichen mit anderen als sehr zeitaufwendig gestaltet und nicht direkt/unmittelbar zum möglichen Fehler führt

Methodenkompetenz (inkl. besondere Methodenkompetenz):

Das systematische Erstellen von Quelltext zur Analyse von thermischen Anlagen auf der Grundlage von theoretischen Zusammenhängen

Prüfungsleistungen:	Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer benoteten schriftlichen Prüfung von 90 Minuten Dauer oder einer mündlichen Prüfung von 20 Minuten bewertet.
Prüfungsvorleistungen:	Werden von Dozenten in der Veranstaltung bekanntgegeben.

Lehrveranstaltung:	Energieeffizienz in der Kälte- und Wärmepumpentechnik
LV-Bezeichnung:	ASEM241B (s.a. MABM241B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Robin Langebach
Umfang (SWS/CP):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung; Modus: Pflicht
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Energetische und ökologische Bedeutung der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik • Vergleichsprozesse • Exergiebilanzen • Kennzahlen zur Bewertung der Energieeffizienz: Leistungszahl, Arbeitszahl, Nutzungsgrad, Gütegrad, exergetische Wirkungsgrad, exergetischer Nutzungsgrad, Kältelast, Kühllast, Heizlast • Auslegung einzelner Komponenten und ganzer Anlagen • Betriebscharakteristiken von Komponenten und Anlagen

<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich genormter Methoden zur energetischen Bewertung von Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen für Vollast und Teillast mit der exergetischen Bewertung • Darstellung in Energie und Exergie in Zustandsdiagrammen und Flussbildern • Konkrete Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung durch <ul style="list-style-type: none"> ○ Lastreduktion ○ Arbeitsstoff ○ Komponentenauswahl ○ Prozessoptimierung
<p>Empfohlene Literatur: Aktuelle Normen: z. B. VDMA Einheitsblatt 24247, DIN V 18599, DIN EN 14825, DIN 12831, VDI 4645 Fratzscher, Wolfgang; Brodjanskij, Viktor M (Mitarb.); Michalek, Klaus (Mitarb.) : Exergie : Theorie und Anwendung; Springer; Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, 1986 Korn, Dieter: Effizienter Betrieb von Kälteanlagen. Energieeinsparung, Wärmerückgewinnung, Abwärmenutzung. Berlin. VDE-Verl., 2011 Pearson, Forbes Stephen: Saving energy in refrigeration, air-conditioning and heat-pump technology. 2. Aufl. Paris, IIR, 2008</p>
<p>Anmerkungen: -</p>

Lehrveranstaltung:	Labor zu „Energieeffizienz in der Kälte- und Wärmepumpentechnik
LV-Bezeichnung:	ASEM242B (s.a. MABM242B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Robin Langebach
Umfang (SWS/CP):	3 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Labor, Übung; Modus: Pflicht
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
Studieninhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung und Darstellung von Stoffeigenschaften: (Mathematische Strukturen von Zustandsgleichungen zur Berechnung thermophysikalischer Stoffeigenschaften von Reinstoffen und Gemischen; Lösungsmethoden für diese Gleichungen) • Programmierung von Komponenten und Anlagen auf der Basis mathematischer Modelle • Berechnung der relevanten Zustands- und Prozessgrößen beispielhaft für Wärmepumpen und Kälteanlagen z. B. Kompressionskälteanlagen, Absorptionskälteanlagen: jeweils: einstufig, zweistufig, Kaskadenanlagen mit unterschiedlichen Fluiden, sub- und transkritisch
Empfohlene Literatur:	<p>Begleitmaterial zur Vorlesung, gedruckt und in elektronischer Form Benutzerhandbücher der Software in elektronischer Form</p>
Anmerkungen:	<p>Methode zur Erstellung von Modellen und deren Umsetzung in eine Programmiersprache ist auf andere Komponenten und Anlagen (z. B. für Wärmekraftmaschinen) und eine andere Programmiersprache für die Studierenden anwendbar.</p>