



Modulhandbuch für den Studiengang
Maschinenbau (M.Sc.)
MABM

Inhalt

Kontaktinformationen.....	2
Version und Gültigkeit.....	2
Abkürzungen	3
Modulübersicht je Vertiefung	5
MABM110 – Personalführung und Management.....	6
MABM120 – Vertiefungsmodul 1	9
MABM130 – Vertiefungsmodul 2	9
MABM140 – Vertiefungsmodul 3	9
MABM150 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1	10
MABM210 – Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	12
MABM220 – Ausgewählte Kapitel der Mathematik	14
MABM230 – Vertiefungsmodul 4	16
MABM240 – Vertiefungsmodul 5	16
MABM250 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2	17
MABM310 – Wahlpflichtmodul	19
MABM320 – Master-Thesis.....	20
MABM330 – Abschlusskolloquium	21
Vertiefungsmodule zu Digitalisierung in der Produktentstehung (DPE):	22
MABM120A – Simulationsmethoden in der Ingenieurmechanik.....	22
MABM130A –Industrierobotik.....	24
MABM140A – Digitalisierung im Maschinenbau	26
MABM230A – Technischer Wahlpflichtkatalog	28
MABM240A – Advanced Engineering Methods.....	29
Vertiefungsmodule zu Energieeffizienz in der Kälte-, Klima- und Umwelttechnik (KKU):	31
MABM120B – Technischer Wahlpflichtkatalog	31
MABM130B – Energiesysteme.....	32
MABM140B – Regelung und Sicherheit von Kälteanlagen	35
MABM230B – Simulationsmethoden in der Thermofluiddynamik.....	37
MABM240B – Energieeffizienz in der Wärme- und Kältetechnik.....	39

Kontaktinformationen

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

Lolita Lengenfelder
Stefanie Tolmie

+49 (0)721 925-1914
sekretariat.mmt@h-ka.de

Studiendekan

Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke
+49 (0)721 925-1702
Jens.Denecke@h-ka.de
Geb. F, Raum 111

Gremien

Aktuelle Kontaktdaten zu weiteren Gremien finden Sie auf der Webseite des Studiengangs:
<https://www.h-ka.de/master/maschinenbau/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 Master Maschinenbau 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

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

Vertiefung

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

Wahlpflichtfach

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

Modulübersicht je Vertiefung

Sem.	DIGITALISIERUNG IN DER PRODUKTENTSTEHUNG (DPE)				
1.	Personalführung und Management	Simulationsmethoden in der Ingenieurmechanik	Industrierobotik	Digitalisierung im Maschinenbau	F+E Projekt 1
2.	Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	Ausgewählte Kapitel der Mathematik	Technischer Wahlpflichtkatalog	Advanced Engineering Methods	F+E Projekt 2
HAUPTSTUDIUM					
3.	Wahlpflichtmodul	Master-Thesis			Abschlusskolloquium

Sem.	ENERGIEEFFIZIENZ IN DER KÄLTE-, KLIMA- UND UMWELTECHNIK (KKU)				
1.	Personalführung und Management	Technischer Wahlpflichtkatalog	Energiesysteme	Regelung und Sicherheit von Kälteanlagen	F+E Projekt 1
2.	Künstliche Intelligenz und Datenanalyse	Ausgewählte Kapitel der Mathematik	Simulationsmethoden in der Thermofluidynamik	Energieeffizienz in der Wärme- und Kältetechnik	F+E Projekt 2
HAUPTSTUDIUM					
3.	Wahlpflichtmodul	Master-Thesis			Abschlusskolloquium

Vertiefungen

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

- Digitalisierung in der Produktentstehung (DPE)
- Energieeffizienz in der Kälte-, Klima- und Umwelttechnik (KKU)

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

MABM110 – Personalführung und Management

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM110 (s.a. ASEM210, 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 mündl. Prüfung von 20 min (Unternehmensmanagement/Businessplan) bewertet. Die Prüfungsform in der Lehrveranstaltung Unternehmensmanagement/Businessplan wird zu Beginn des Semesters vom Dozenten bekannt gegeben. Prüfungsnummer MABM111.</p>	

Lehrveranstaltung:	Personalführung
LV-Bezeichnung:	MABM111 (s.a. ASEM211, MECM111)
Dozent/in:	Prof. Dr. Weiß, wechselnde Dozenten aus Industrie u. Wirtschaft
Umfang (SWS/ECTS):	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:	MABM112 (s.a. ASEM212, MECM112)
Dozent/in:	Prof. Dr. Jörg Fischer
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übungen und Präsentationen, seminaristischer Unterricht, themenbezogenen Diskussionen, strukturiertes Eigenstudium Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
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

MABM120 – Vertiefungsmodul 1

siehe Vertiefungsmodule

MABM130 – Vertiefungsmodul 2

siehe Vertiefungsmodule

MABM140 – Vertiefungsmodul 3

siehe Vertiefungsmodule

MABM150 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM150 (s.a. ASEM150, 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:	MABM151 (s.a. ASEM151, MECM151)
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS/6 CP, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projektarbeit
Lehrsprache:	-
<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.

MABM210 – Künstliche Intelligenz und Datenanalyse

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM210 (s.a. ASEM110, MECM210)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	Grundlagen der Informatik mit Programmierung in Python
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: Die Studierenden können	
<ul style="list-style-type: none"> • 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 MABM211	

Lehrveranstaltung:	Verfahren der Künstlichen Intelligenz
LV-Bezeichnung:	MABM211 (s.a. ASEM111, MECM211)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	
<ul style="list-style-type: none"> • 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:	MABM212 (s.a. ASEM112, MECM212)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Peter Offermann
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte: Die Studierenden können <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: -	

MABM220 – Ausgewählte Kapitel der Mathematik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM220 (s.a. ASEM220B)
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: MABM221 (ASEM221B)	

Lehrveranstaltung:	Vektoranalysis, partielle Differentialgleichungen und numerische Methoden
LV-Bezeichnung:	MABM221 (s.a. ASEM220B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Olawsky
Umfang (SWS/ECTS):	5 SWS / 6 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch

Studieninhalte:

- 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

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.

Anmerkungen:

-

MABM230 – Vertiefungsmodul 4

siehe Vertiefungsmodule

MABM240 – Vertiefungsmodul 5

siehe Vertiefungsmodule

MABM250 – Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM250 (s.a. ASEM250, 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:	MABM251 (s.a. ASEM251, MECM251)
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS/6 CP, Gesamt: 180 h; Präsenzzeit: 60 h; Eigenstudium: 120 h
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Projektarbeit
Lehrsprache:	-
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.

MABM310 – Wahlpflichtmodul

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM310 (s.a. ASEM310, MECM310)
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.	

MABM320 – Master-Thesis

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM320
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:	MABM321
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	600 h
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)

MABM330 – Abschlusskolloquium

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM330
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:	MABM331
Dozent/in:	Professoren der Fakultät MMT
Umfang (SWS/ECTS):	Eigenstudium 150 h
Turnus:	-
Art und Modus:	Selbststudium und wissenschaftliches Kolloquium
Lehrsprache: -	-
Studieninhalte: Wissenschaftliche Verteidigung der Master-Thesis	
Empfohlene Literatur:	-
Anmerkungen:	-

Vertiefungsmodule zu Digitalisierung in der Produktentstehung (DPE):

MABM120A – Simulationsmethoden in der Ingenieurmechanik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	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:	-
Lernergebnisse und 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 (XP) für MABM121A. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Lehrenden festgelegt.	

Lehrveranstaltung 1:	Finite Elemente Methode und Kontinuumsmechanik
LV-Bezeichnung:	MABM121A
Dozent/in:	Prof. Dr. mont. Weygand
Umfang (SWS/ECTS):	4 SWS / 4 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte: <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 • 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) 	

<ul style="list-style-type: none"> • Plastizitätstheorie: Fließgesetze (Mises, Tresca, Hill), Fließregeln, Verfestigungsgesetze • Fließgesetze über maschinelles Lernen (ML): Training und Anwendung in FEA
Empfohlene Literatur: 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.
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung 2:	Finite Elemente Laborübungen
LV-Bezeichnung:	MABM122A
Dozent/in:	Prof. Dr. mont. Weygand
Umfang (SWS/ECTS):	1 SWS / 2 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Labor / Übungen am Rechner, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<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
Empfohlene Literatur:	pyLabFEA. Python Laboratory for Finite Element Analysis, Hartmaier, A., ICAMS Ruhr Universität Bochum. Handbücher der verwendeten Programme.
Anmerkungen:	-

MABM130A –Industrierobotik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM130A (s.a. MECM130)
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Martin Kipfmüller
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und 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 Verfahrtypen wie zum Beispiel Point-to-Point, synchrone Point-to-Point und Continuous Path Bewegungen designen. Diese typischen Verfahrbewegungen 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/45 o. MP/20 in Roboterkinetik sowie in Roboterprogrammierung eine benotete praktische Arbeit + unbenotetes Bestehen des Roboterlabors (XS/1S: Übungen an der Roboterzelle und Matlab-Übungen) aus beiden Vorlesungen. Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Prüfungsnummern MABM131A, MABM132A	

Lehrveranstaltung:	Roboterprogrammierung
LV-Bezeichnung:	MABM131A (s.a. MECM131)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. habil. Catherina Burghart.
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 2 CP
Turnus:	jedes Semester
Art und Modus:	Vorlesung mit integrierten praktischen Übungen
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte: <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, ggf. ROS2-Tutorials und Unterlagen.	
Anmerkungen:	-

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

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

MABM140A – Digitalisierung im Maschinenbau

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM140A
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Jörg W. Fischer
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: Die Studierenden können	
<ul style="list-style-type: none"> • ein Unternehmen und seine Unternehmenselemente verstehen und erklären indem sie moderne Enterprise Architecture Ansätze anwenden um Referenzlandkarten nutzen zu können mit denen sie in zukünftigen digitalen Unternehmen überhaupt erst agieren können. • Die Digitalisierungsreife in produzierenden Unternehmen analysieren und bewerten, indem sie die Best in Class Informationsarchitekturen, Methoden und wesentliche Technologien kennen, diese einordnen und deren Potenzial und Grenzen verstehen, um daraus Handlungsoptionen für die Reifeentwicklung digitaler Unternehmen und deren Geschäftsprozessen abzuleiten. • die horizontale und vertikale Integration von IT-Systemen modellieren, indem sie Prozessketten, IT-Architekturen und Systemlandschaften darstellen und deren Wirkzusammenhänge erläutern, um die Digitalisierung in Produktionsunternehmen aktiv zu gestalten. • Aufwand und Nutzen digitaler Technologien in einem konkreten Anwendungsfall bewerten, indem sie unterschiedliche Digitalisierungsszenarien simulieren oder vergleichen, um faktenbasierte Entscheidungen für Digitalisierungsmaßnahmen treffen zu können. 	
Prüfungsleistungen: Benotete schriftliche Modulprüfung (90 Min) oder mündliche Prüfung (20 Min) oder eine bewertete Hausarbeit (Studienarbeit) durchgeführt. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Lehrenden festgelegt.	
Prüfungsnummer: MABM141A	

Lehrveranstaltung 1:	Digitalisierung von (Geschäfts-)Prozessen
LV-Bezeichnung:	MABM141A
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jörg W. Fischer
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	
<ul style="list-style-type: none"> • Veränderungen der Ausrichtung produzierender Unternehmen vor dem Hintergrund der Digitalisierung und Disruption von Geschäftsfeldern durch digitale Geschäftsmodelle, • Horizontale und vertikale Integration als Grundlage der Digitalisierung, Geschäftsprozessen und Geschäftsprozessmodellierung, Prozesslandkarte und Hauptprozesse in Produktionsunternehmen 	

- Grundlegende IT Basistechnologien und moderne Cloud Architekturen
- Einordnung der Technologien und Methoden des Maschinenbaus in die Prozessketten der digitalisierten Unternehmen,
- Grundlagen der smarten Produktentstehung und des Produktionsmanagements,
- Die Bedeutung von Informationsarchitekturen und Informationsfluss in produzierenden Unternehmen heute und morgen,
- IT-Systembebauung und IT-Systemklassen wie z. B. ERP, CPQ, PLM, ALM, CRM, MES, MOM, WHM, PIM, CAx... in Produktionsunternehmen vor dem Hintergrund der Digitalisierung,
- Ansätze zur Papier- und zeichnungslose Produktion

Empfohlene Literatur:

Eigner, M.: Product Lifecycle Management, 2009.
 Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure, 9. Aufl.
 Schuh, G.: Produktionsplanung und -steuerung.
 Eversheim, W.: Produktionstechnik.
 Eigner, M.: Informationstechnologie für Ingenieure, 2012.
 Eigner, M. et al.: Modellbasierter Entwicklungsprozess cybertronischer Systeme, 2017.

Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung 2:	Ausgewählte Technologien der Digitalisierung
LV-Bezeichnung:	MABM142A
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jörg W. Fischer
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	Im Rahmen der Vorlesung mit Übungsanteil werden unterschiedliche Technologien der Digitalisierung aufgezeigt, und aus unterschiedlichen Perspektiven (u.A. Einsetzbarkeit, Nutzwert, Modellgranularität, aufwand der Modellerstellung, Integrationsfähigkeit in ein Gesamtkonzept) diskutiert. Ein Schwerpunkt stellt dabei die Integrationsfähigkeit sowie der Integrationsaufwand über die Verfahrenskette dar. Technologien sind z. B. Model Based System Engineering (MBSE), Digitale Werkzeuge zur Erstellung mechatronischer Konzepte, zur frühen 3D-Layoutplanung, zum Design automatisierter Anlagen, zur Visualisierung von Produkten und Fabriken (DMU), zur Modellierung und Simulation der Produktion und der Produktionsmaschine, zur Steuerung der Fabrik, Vernetzung von Maschinen und der Produktion sowie Backbonesysteme wie z. B. PLM-Systeme, ERP-Systeme, ALM-Systeme, MES-Systeme, Industry Cloud
Empfohlene Literatur:	Wird semesteraktuell bereitgestellt (Ergänzungen auf Basis aktueller technischer Entwicklungen).
Anmerkungen:	-

MABM230A – Technischer Wahlpflichtkatalog

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM230A
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. 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 sechs 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 6 CP in technischen Fächern abzulegen. Falls mehrere benotete Studienleistungen hierfür erbracht werden, werden die Noten gemäß der CP gewichtet.	

Wählbare Module des technischen Wahlpflichtkatalogs:

- MABM230B Simulationsmethoden in der Thermofluiddynamik
- Weitere Wahlmodule auf Antrag beim Studiendekan (insbesondere bei Auslandssemestern)

MABM240A – Advanced Engineering Methods

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM240A
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Wollfarth
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	2. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und Kompetenzen: Die Studierenden können	
<ul style="list-style-type: none"> Nachhaltigkeitsaspekte und Produktlebenszyklen systematisch in den Entwicklungsprozess integrieren, indem sie rechtliche, funktionale und ökologische Anforderungen erfassen und durch geeignete Methoden bewerten, um robuste, wirtschaftliche und ressourcenschonende Produktlösungen zu gestalten. Werkstoffe und Fertigungsverfahren für leichte und belastbare Bauteile vergleichen, indem sie Eigenschaften und Versagensmechanismen von Faserverbundstrukturen analysieren, um gewichtsoptimierte und recyclinggerechte Komponenten auszulegen. Qualität und Funktionalität von Produkten gezielt absichern, indem sie Toleranzanalysen, Prüfnormen und messtechnische Methoden anwenden, um die technische Zuverlässigkeit während des Produktlebenszyklus sicherzustellen. systematisch Experimente zur Produktoptimierung planen und auswerten, indem sie Design-of-Experiments-Methoden (DoE) auf reale Fragestellungen anwenden, um datenbasierte Entwicklungsentscheidungen effizient abzusichern. 	
Prüfungsleistungen: Benotete schriftliche Modulprüfung (90 Min) oder mündliche Prüfung (20 Min). Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Lehrenden festgelegt.	
Prüfungsnummer: MABM241A	

Lehrveranstaltung:	Höhere Konstruktionslehre
LV-Bezeichnung:	MABM241A
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Wollfarth
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	
Einführung in das Patentwesen	
<ul style="list-style-type: none"> Organisation nationaler und internationaler Schutzsysteme Aufbau und Struktur von Patentschriften Methodik der Patentrecherche 	
Toleranzanalyse	
<ul style="list-style-type: none"> Arithmetische Toleranzrechnung Statistische Toleranzanalyse Softwaregestützte Toleranzanalyse Übungsbeispiele 	

<p>Geometrische Produktspezifikation (GPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normen und Grundlagen der geometrischen Tolerierung • Form- und Lagetoleranzen • Messtechnische Überprüfung (u. a. 3D-Messtechnik) <p>Ausgewählte Kapitel der Maschinendynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswuchten von Rotoren • Schwingungsisolierung • Schwingungstilger
<p>Empfohlene Literatur: Vorlesungsunterlagen</p>
<p>Anmerkungen: -</p>

Lehrveranstaltung:	Statistische Methoden im Maschinenbau
LV-Bezeichnung:	MABM242A
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Wollfarth , M.Sc. Felix Huying
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
<p>Studieninhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der statistischen Versuchsplanung (DoE) • Strukturierung technischer Experimente • Erstellung von • vollfaktoriellen Versuchsplänen (linear/quadratisch) • teilfaktoriellen Versuchsplänen • Statistische Auswertung und Interpretation der Versuchsergebnisse • Effiziente Identifikation von Einflussparametern 	
<p>Empfohlene Literatur: Kleppmann, W. (2016). Versuchsplanung – Produkte und Prozesse optimieren (9. Aufl.). München: Hanser Verlag. ISBN 978-3-446-44716-5. Siebertz, K., van Bebber, D., & Hochkirchen, T. (2017). Statistische Versuchsplanung – Design of Experiments (DoE) (2. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-55742-6. Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T., & Schehl, J. (2013). Statistik – Eine verständliche Einführung (2. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN 978-3-531-19890-3.</p>	
Anmerkungen:	-

Vertiefungsmodule zu Energieeffizienz in der Kälte-, Klima- und Umwelttechnik (KKU):

MABM120B – Technischer Wahlpflichtkatalog

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM120B
Modulverantwortliche(r):	Studiendekan
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. 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 sechs 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 6 CP in technischen Fächern abzulegen. Falls mehrere benotete Studienleistungen hierfür erbracht werden, werden die Noten gemäß der CP gewichtet.	

Wählbare Module des technischen Wahlpflichtkatalogs:

- MABM120A Simulationsmethoden in der Ingenieurmechanik
- Weitere Wahlmodule auf Antrag beim Studiendekan (insbesondere bei Auslandssemestern)

MABM130B – Energiesysteme

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM130B
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
<p>Lernergebnisse und Kompetenzen:</p> <p>In diesem Modul wird den Studierenden ein Gesamtverständnis der Themen Energieerzeugung, Energieumwandlung, Energiespeicherung und Energietransport vermittelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Technologien, die zukünftig eine nachhaltige, umwelt- und sozialverträgliche Energieversorgung ermöglichen werden. Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiewandlungs- und Transportketten zu analysieren, • geeignete Energiespeicher (insbesondere Batteriesysteme, thermische Speicher, Druckluftspeicher, Power-to-Gas-Anlagen) auszuwählen und auszulegen, • regenerative Energiesysteme (insbesondere Windkraft-, Solarthermie- und Photovoltaikanlagen) zu bewerten und auszulegen, • dezentrale Energieversorgungsanlagen (insbesondere Blockheizkraftwerke) zu bewerten und auszulegen, • die Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Energiewandlungssystemen zu bewerten. • Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Schadstoffminderung bei Gasmotoren zu analysieren und bewerten <p>Überfachliche Kompetenz:</p> <p>Im Rahmen von Kleinprojekten, in denen beispielsweise regenerative Energiesysteme auszulegen sind, arbeiten die Studierenden in Zweiergruppen zusammen und lernen dabei gruppendynamische Prozesse beim Lösen technischer Probleme kennen.</p> <p>Methodenkompetenz:</p> <p>Im Rahmen der Veranstaltung wird die Auslegung von Energiesystemen anhand von zahlreichen Beispielen unter Verwendung moderner Auslegungswerkzeuge bzw. durch Programmierung von Auslegungswerkzeugen erlernt. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden dadurch in der Lage, die theoretischen Grundlagen praktisch umzusetzen. Die Studierenden sind in der Lage mit geeigneter Messtechnik die Prozesse in einem Blockheizkraftwerk zu untersuchen.</p>	
<p>Prüfungsleistungen:</p> <p>Benotete schriftliche Modulprüfung (90 Min) oder mündliche Prüfung (20 Min). Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch den Lehrenden festgelegt.</p>	
Prüfungsnummer: MABM131B	

Lehrveranstaltung:	Regenerative Energien und Energiespeicherung
LV-Bezeichnung:	MABM131B
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<p>Ziel der Vorlesung ist es, die Studierenden mit den wichtigsten erneuerbaren Energiesystemen (Windkraft, Photovoltaik und Solarthermie) sowie den wichtigsten Energiespeichersystemen (Batteriespeicher, thermische Speicher, Druckluftspeicher und Power-to-Gas) vertraut zu machen. Die grundlegende Auslegung und die konstruktiven Besonderheiten dieser Technologien sollen in der Vorlesung vermittelt werden. Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standorte bzgl. ihrer Eignung für eine Windkraft-, Photovoltaik- oder Solarthermie-anlage zu bewerten • Windkraft-, Photovoltaik- und Solarthermieranlagen auszulegen • Die im Rahmen der Vorlesung entwickelten Gleichungen und Auslegungsvorschriften mithilfe einer Programmiersprache in konkret anzuwenden • Die Wirtschaftlichkeit der Systeme zu berechnen und zu bewerten • Elektrochemische, mechanische und thermische Energiespeichersysteme auszulegen und zu bewerten
Empfohlene Literatur:	<p>Vorlesungsunterlagen, interaktives Vorlesungsskript (interactive Python) Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme, 9. Auflage, Hanser Verlag München, 2015, ISBN 978-3-446-44267-2. Gasch, R. und Twele, J. (Hrsg.): Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 9. Auflage, Springer Vieweg, 2016, ISBN 978-3-658-12360-4.</p>
Anmerkungen:	-

Lehrveranstaltung:	Dezentrale Energieversorgung und -netze
LV-Bezeichnung:	MABM132B
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Maurice Kettner
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Wintersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit Labor, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<p>Energienetze:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fossile Energieressourcen und deren Reichweite • Regenerative Energiequellen, • Eigenschaften der Übertragungsnetze für Strom, Gas und Flüssigbrennstoffe, Fernwärmenetze, Aufbau von Pipelinesystemen, Übertragungsverluste, Übertragungskapazitäten in Europa, • zeitliche Abhängigkeit des Energieverbrauchs (Lastgänge), Auswirkungen der Elektromobilität und erneuerbarer Energiesysteme,

- elektrische Energiespeicher, Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicher, Schwungradspeicher, Power-to-Gas, Energietragende Stoffe, Gasnetz als Energiespeicher, thermische Energiespeicher, Batteriesysteme für moderne Antriebe

Energiemanagement

- Zukunftsszenarien
- Dezentrale Energieversorgung:
- Einführung in die Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung
- Exergetische Betrachtung; Großkraftwerke und Möglichkeiten zur Wärmeauskopplung;
- Schwerpunkt Gasmotorentchnik
- Gasturbinen, Stirling- und Dampfmaschinen; Brennstoffzellen; ORC-Anlagen;
- Kraftstoffe für BHKW (Erdgas, Biogas, Deponiegas, Klärgas, PtG, Wasserstoff, ...)
- Optimierung von Gasmotoren hinsichtlich Wirkungsgrad und Emissionen
- Schadstoffbildung und -verminderung, Abgasnachbehandlungssysteme

KWKK:

- Kopplung von BHKW mit Ad- und Absorptionskälteanlagen
- Betriebsstrategien für BHKW; Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Einbindung der BHKW in die Energieinfrastruktur
- Netzeinspeisung, Vergütungsmodelle
- Regelenenergiemarkt, Flexibilisierungskonzepte
- vorlesungsbegleitend werden Versuche an Blockheizkraftwerken am Institut für Kälte-, Klima- und Umwelttechnik durchgeführt.

Empfohlene Literatur:

Vorlesungsunterlagen und Fachartikel

Heuck, K.; Dettmann, K.D.; Schulz, D.; 2010. Elektrische Energieversorgung: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, 8. Auflage. Vieweg+Teubner Verlag. ISBN 978-3-8348-9761-9

Wosnitza, F. ; Hilgers, H.G.; 2012. Energieeffizienz und Energiemanagement: Ein Überblick heutiger Möglichkeiten und Notwendigkeiten, 1. Auflage Vieweg+Teubner Verlag. ISBN 978-3-8348-8671-2

Zacharias, F. 2001. Gasmotoren. 1. Auflage. Vogel Fachbuch. ISBN 978-3802317965

Pehnt, M.; Cames, M.; Fischer, C.; Praetorius, B.; Schneider, L.; Schumacher, K.; Voß, J.-P.; 2006 Micro-Cogeneration. Towards Decentralized Energy Systems, 1. Auflage. Springer Verlag Berlin Heidelberg. ISBN Berlin Heidelberg

Anmerkungen:

-

MABM140B – Regelung und Sicherheit von Kälteanlagen

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM140B
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke
Modulumfang (ECTS):	6 CP
Einordnung (Semester):	1. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen:	-
Voraussetzungen nach SPO:	-
Lernergebnisse und 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. Druckentlastungs-einrichtungen 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.	
Prüfungsnummer: MABM141B, MABM003W (Regelung), MABM142B, MABM004W (Sicherheit)	

Lehrveranstaltung 1:	Regelung von Kälte- und Klimaanlage
LV-Bezeichnung:	MABM141B
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Markus Haschka
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	
<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:	-

Lehrveranstaltung 2:	Prozess- und Anlagensicherheit
LV-Bezeichnung:	MABM142B
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke
Umfang (SWS/ECTS):	3 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
Studieninhalte:	<ul style="list-style-type: none"> • 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:	-

MABM230B – Simulationsmethoden in der Thermofluiddynamik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM230B (s.a. ASEM230B)
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 Kursteilnehmer 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 Teilnehmer 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 Teilnehmer 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). Die Prüfungsform wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>	
Prüfungsnummer: MABM231B (ASEM231B)	

Lehrveranstaltung:	Mathematische Methoden der Thermofluiddynamik
LV-Bezeichnung:	MABM231B (s.a. ASEM 232B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Umfang (SWS/ECTS):	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, Halbbunendlicher Körper, Näherung für lange Zeiten) • Turbulenz und Turbulenzmodellierung, Transition • Strahlungswärmeaustausch
<p>Empfohlene Literatur: Vorlesungsskript Schwarze, R. (2013): CFD-Modellierung, Springer Verlag. Ferziger, J.H.; Peric, M.; Street, R.L. (2019): Numerische Strömungsmechanik, Springer Vieweg.</p>
<p>Anmerkungen: -</p>

Lehrveranstaltung:	Ausgewählte Kapitel der Thermofluiddynamik
LV-Bezeichnung:	MABM232B (s.a. ASEM 233B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Matthias Stripf
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS / 3 CP
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Vorlesung mit Übung, Pflicht
Lehrsprache:	deutsch
<p>Studieninhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Linux, Python und OpenFOAM • Programmierung Panelverfahren auf Basis Potentialtheorie, Berechnung 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 Strömungen mit laminar-turbulenter Transition • Berechnung des Strahlungswärmeaustauschs 	
<p>Empfohlene Literatur: Vorlesungsskript</p>	
<p>Anmerkungen: -</p>	

MABM240B – Energieeffizienz in der Wärme- und Kältetechnik

Modulbeschreibung:	
SPO-Bezeichnung:	MABM240B (s.a. 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:	-
<p>Lernergebnisse und Kompetenzen:</p> <p>Fachkompetenz (Wissen und Verstehen, Fertigkeiten)</p> <p>Die Studierenden</p> <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- u. Wärmepumpentechnik
LV-Bezeichnung:	MABM241B (s.a. ASEM241B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Robin Langebach
Umfang (SWS/ECTS):	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- u. Wärmepumpentechnik.“
LV-Bezeichnung:	MABM242B (s.a ASEM242B)
Dozent/in:	Prof. Dr.-Ing. Jens Denecke, Prof. Dr.-Ing. Robin Langebach
Umfang (SWS/ECTS):	2 SWS, 3 CP Gesamtaufwand: 90 h, Selbststudium: 45 h
Turnus:	jährlich, Sommersemester
Art und Modus:	Labor, Übung; Modus: Pflicht
Lehrsprache:	deutsch oder englisch
<p>Studieninhalte: Berechnung und Darstellung von Stoffeigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (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 	
<p>Empfohlene Literatur: Begleitmaterial zur Vorlesung, gedruckt und in elektronischer Form. Benutzerhandbücher der Software in elektronischer Form.</p>	
<p>Anmerkungen: 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 Studenten anwendbar.</p>	