Hochschule Niederrhein
University of Applied Sciences

Ingenieurwissenschaften und Informatik
Faculty of Engineering and Computer Science

Modulhandbuch (PO2026)

Master Elektrotechnik

Master Maschinenbau

Master Mechatronik und Robotik

Herausgeber Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Informatik
Stand 2026-09-29

Inhaltsverzeichnis

Einleitung **2**
Studiengangsprofil: Master Elektrotechnik . . . 4
Studiengangsprofil: Master Maschinenbau . . . 5
Studiengangsprofil: Master Mechatronik und Robotik . . . 6

Modulbeschreibungen **7**
Kernmodule Elektrotechnik . . . 8
MET111: Wellenausbreitung . . . 9
MET112: Gemischt analog/digitale Schaltungen . . . 11
MET113: Statistische Signalverarbeitung . . . 13
MET114: Machine und Deep Learning . . . 15
MET115: Advanced Embedded Software . . . 17
MET116: Embedded System Design . . . 18
MET117: Moderne Methoden der Regelungstechnik . . . 20
MET118: Regelung elektrischer Antriebe . . . 21
Kernmodule Maschinenbau . . . 23
MMB111: Höhere Mathematik . . . 24
MMB112: Maschinelles Lernen . . . 25
MMB113: Maschinendynamik . . . 27
MMB114: KI-gestützte digitale Produktentwicklung . . . 28
MMB115: Industrial Engineering . . . 30
MMB116: Advanced Manufacturing . . . 32
MMB117: Fluidtechnische Komponenten und Systeme . . . 33
MMB118: Produktionsgerechte Produktentwicklung . . . 34
Kernmodule Mechatronik und Robotik . . . 35
MMT111: Anwendung der Robotik . . . 36
MMT112: Software in der Robotik . . . 38
Projekte und Abschluss . . . 40
MMP201: Masterprojekt 1 . . . 41
MMP202: Masterprojekt 2 . . . 42
MMA301: Masterarbeit mit Kolloquium . . . 44

Offene Punkte **45**

Einleitung

Aufbau der Studiengänge

Die drei Masterstudiengänge Elektrotechnik, Maschinenbau sowie Mechatronik und Robotik sind als gemeinsame Studiengangsplattform konzipiert. Fachlich bildet ein gemeinsamer Modulbaukasten die Basis, aus dem die Studiengänge ihre Vertiefungen auf Master-Niveau speisen. Kern des Studiums sind acht Kernmodule zu je 5 ECTS, die die im Bachelor angelegten Lernpfade vertiefen und wissenschaftlich-methodisch weiterführen. Ergänzt werden sie durch zwei Masterprojekte in Kleingruppen, die Transfer, Teamarbeit, Projektorganisation sowie wissenschaftliche Kommunikation systematisch stärken, idealerweise in Kooperation mit Forschung oder regionalen Unternehmen. Den Abschluss bilden Masterarbeit und Kolloquium.

Die Studiengänge folgen einer gemeinsamen Struktur mit fachlicher Profilbildung über die Wahl der Kernmodule. Querschnittlich werden soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte des Ingenieurhandelns berücksichtigt. Die Studienpläne zeigen die zeitliche Einordnung von Kernmodulen, Projektmodulen und Abschlussphase.

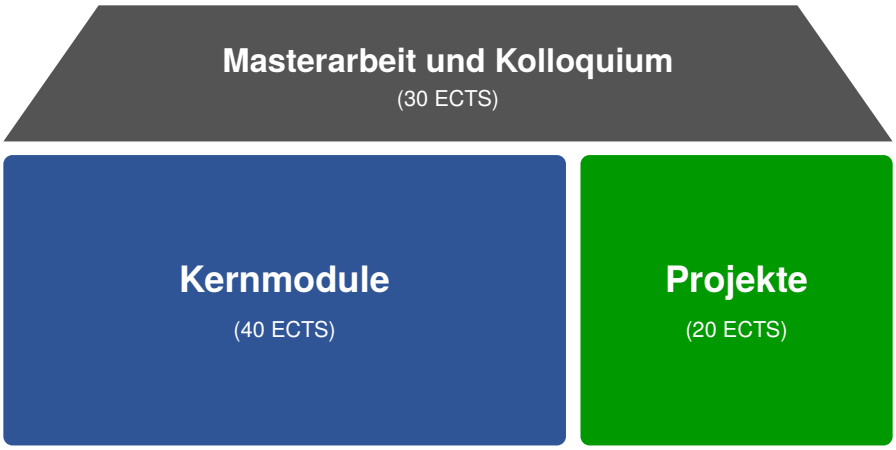

Abbildung 1: Strukturelles Grundkonzept der Masterstudiengänge

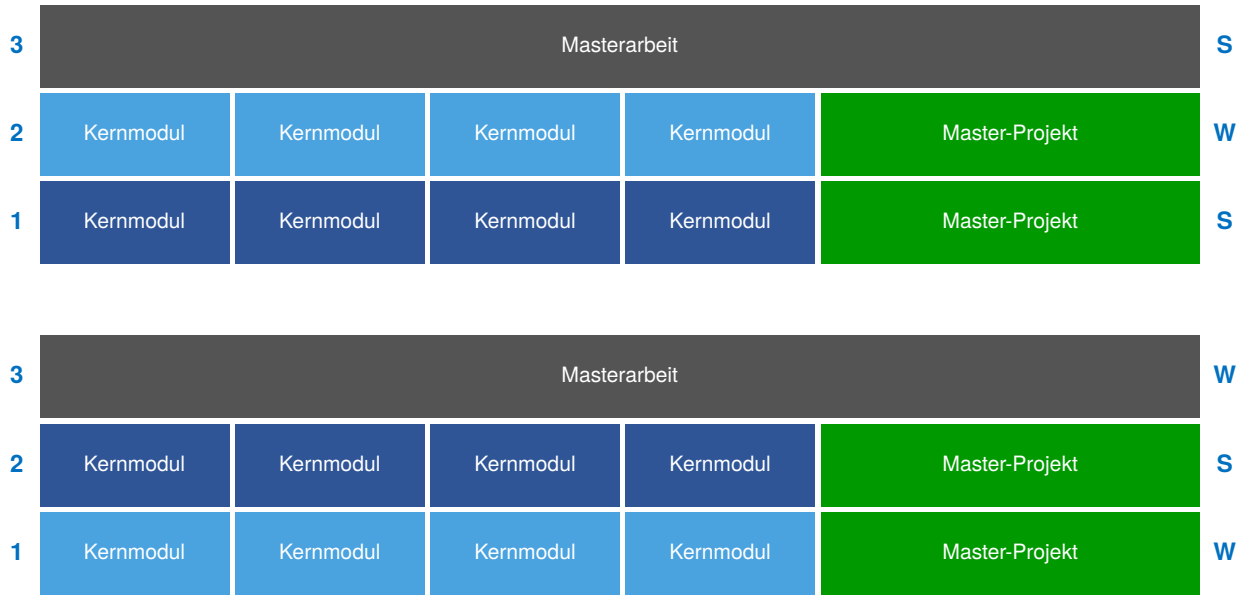

Abbildung 2: Grundpläne der Masterstudiengänge in Vollzeit

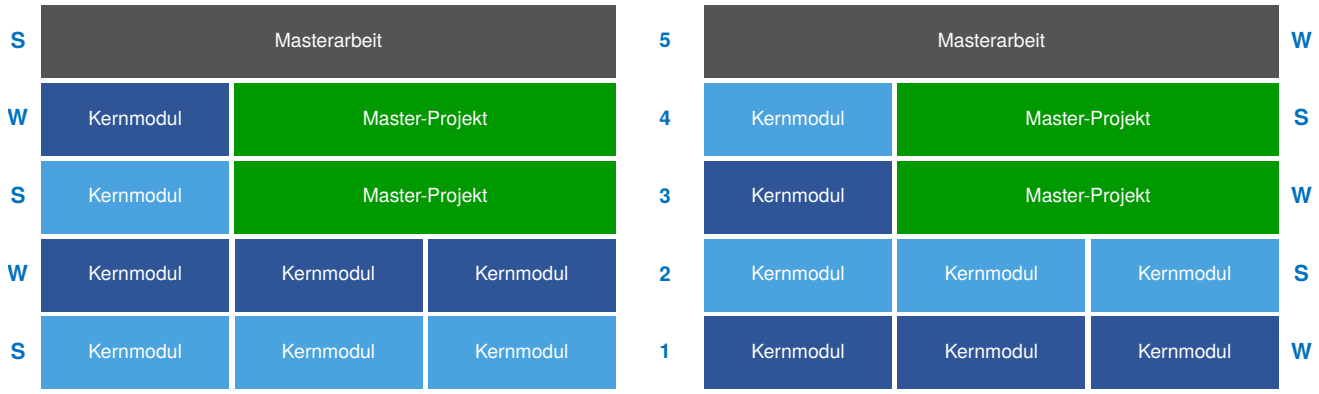

Abbildung 3: Grundpläne der Masterstudiengänge in Teilzeit

Mobilitätsfenster

Für ein kurs- und projektbasiertes Auslandsstudium eignet sich im Vollzeitstudium insbesondere das zweite Fachsemester. Es umfasst vier Kernmodule im Umfang von insgesamt 20 ECTS sowie das zweite Masterprojekt im Umfang von 10 ECTS. Fachlich passende Lehrveranstaltungen und eine geeignete Forschungs- oder Entwicklungsprojektleistung der Gasthochschule können im Learning Agreement den vorgesehenen Modulen zugeordnet werden. Bei Mechatronik und Robotik ist im zweiten Fachsemester eines der beiden verpflichtenden Robotikmodule vorgesehen; außerdem sind die Auswahlregeln des Kernmodulkatalogs zu berücksichtigen.

Die Anerkennung eines Masterprojekts kommt insbesondere dann in Betracht, wenn die ausländische Leistung eine vergleichbare Forschungs- oder Entwicklungsaufgabe mit aktiver Projektteilnahme, wissenschaftlicher Dokumentation und Fachgespräch umfasst. Vor dem Auslandsstudium ist ein Learning Agreement abzuschließen und vom Prüfungsausschuss bestätigen zu lassen. Die spätere Anerkennung richtet sich nach den geltenden Anerkennungsregeln und der vorab abgestimmten fachlichen Zuordnung; sie folgt nicht allein aus der im Ausland erreichten ECTS-Zahl.

Im Teilzeitstudium umfassen die ersten vier Fachsemester planmäßig jeweils 15 ECTS. Ein Mobilitätsumfang von 30 ECTS erstreckt sich deshalb regelmäßig über zwei Fachsemester oder erfordert eine vorab individuell bestätigte Umplanung. Auch ein einzelnes Teilzeitsemester kann als Mobilitätsfenster genutzt werden, wenn die darin vorgesehenen 15 ECTS vorab passend zugeordnet werden.

Eine weitere Möglichkeit bietet die Abschlussphase: Die Masterarbeit kann nach Maßgabe der Prüfungsordnung in einer geeigneten Einrichtung außerhalb der Hochschule durchgeführt werden. Voraussetzung sind mindestens 55 ECTS vor der Zulassung zur Masterarbeit und 60 ECTS vor dem Kolloquium; gegebenenfalls bei der Zulassung auferlegte Bachelorleistungen müssen zuvor erbracht sein. Betreuung, Prüferbestellung und Kolloquium richten sich weiterhin nach der Prüfungsordnung der Hochschule Niederrhein.

Erste Anlaufstelle für die Planung ist die Studienverlaufsberatung des Fachbereichs unter studienverlaufsberatungfb03@hs-niederrhein.de. Das Prüfungsamt unterstützt die administrative Abstimmung unter pruefungsamt-03@hs-niederrhein.de; die Bestätigung des Learning Agreements und die prüfungsrechtlichen Entscheidungen erfolgen durch den zuständigen Prüfungsausschuss.

Qualifikationsziele

Die Masterstudiengänge bauen auf ingenieurwissenschaftlichen Bachelorqualifikationen auf und vertiefen fachliche, methodische, soziale und kommunikative Kompetenzen. Die folgenden Qualifikationsziele beschreiben, welche Kompetenzen die Studierenden im Studienverlauf anwenden, vertiefen und auf komplexe Problemstellungen übertragen.

Ziel	Qualifikationsziel
Z1	Problemstellungen identifizieren und gegenüber dem Stand der Technik vergleichen.
Z2	Mit üblichen Mitteln der Disziplin modellieren.
Z3	Ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge zur Analyse entwickeln bzw. weiterentwickeln.
Z4	Simulierte und gemessene Daten analysieren und interpretieren.
Z5	Komplexe Systeme konstruieren, implementieren, dokumentieren und testen.
Z6	Soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen.
Z7	Führung in einem interdisziplinären Projektteam übernehmen.
Z8	Fachbezogene Positionen und Lösungen formulieren und argumentativ verteidigen.
Z9	Mit Fachleuten und Lai:innen über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen kommunizieren.

Studiengangsprofil: Master Elektrotechnik

Der Master Elektrotechnik qualifiziert für anspruchsvolle Entwicklungs- und Analyseaufgaben. Studierende lernen, elektrotechnische Problemstellungen sicher zu erkennen, gegenüber dem Stand der Technik einzuordnen und mit geeigneten Modellierungs- und Analysemethoden zu bearbeiten. In der Plattformstruktur bilden acht Kernmodule den fachlichen Schwerpunkt und vertiefen vier Lernpfade auf Master-Niveau: Elektronik, Intelligente Signalverarbeitung, Eingebettete Systeme sowie Modellbasierter Entwurf. Ein zentrales Element ist die Auswertung und Interpretation simulierter und gemessener Daten sowie die Fähigkeit, Systeme effizient zu konstruieren, zu implementieren, zu dokumentieren und zu testen. Zwei Masterprojekte fördern Team- und Führungskompetenz sowie wissenschaftliche Kommunikation; Abschlussphase sind Masterarbeit und Kolloquium.

> Profil auf einen Blick: Der Master Elektrotechnik vertieft Wellenausbreitung und Schaltungstechnik, statistische Signalverarbeitung und Machine/Deep Learning, Advanced Embedded Software und Embedded System Design sowie moderne Regelungstechnik und elektrische Antriebe. Typische Themen sind Funk- und Übertragungssysteme, KI-gestützte Signalverarbeitung, eingebettete Hard-/Software-Architekturen und geregelte Antriebe. Das Profil bereitet auf forschungsnahe Entwicklungs- und Analyseaufgaben in Kommunikations-, Embedded- und Antriebssystemen vor.

Kernmodulwahl

Im Master Elektrotechnik sind laut Studien- und Prüfungsplan 8 von 10 wählbaren Kernmodulen zu belegen. Wählbar sind alle Kernmodule Elektrotechnik sowie die Kernmodule des Lernpfads Robotik:

Lernpfad	Wählbare Kernmodule
Elektronik	MET111 Wellenausbreitung; MET112 Gemischt analoge/digitale Schaltungen
Intelligente Signalverarbeitung	MET113 Statistische Signalverarbeitung; MET114 Machine und Deep Learning
Eingebettete Systeme	MET115 Advanced Embedded Software; MET116 Embedded System Design
Modellbasierter Entwurf	MET117 Moderne Methoden der Regelungstechnik; MET118 Regelung elektrischer Antriebe
Robotik	MMT111 Anwendung der Robotik; MMT112 Software in der Robotik

Ziele-Module-Matrix

Legende: Z1 = Problemstellungen identifizieren und gegenüber dem Stand der Technik vergleichen; Z2 = mit üblichen Mitteln der Disziplin modellieren; Z3 = ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge zur Analyse entwickeln bzw. weiterentwickeln; Z4 = simulierte und gemessene Daten analysieren und interpretieren; Z5 = komplexe Systeme konstruieren, implementieren, dokumentieren und testen; Z6 = soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen; Z7 = Führung in einem interdisziplinären Projektteam übernehmen; Z8 = fachbezogene Positionen und Lösungen formulieren und argumentativ verteidigen; Z9 = mit Fachleuten und Lai:innen über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen kommunizieren. A = vertiefen/anwenden; B = beherrschen/transferieren.

Modul	Modulname	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
MET111	Wellenausbreitung		B	B	A					
MET112	Gemischt analoge/digitale Schaltungen		A	A	B	B				
MET113	Statistische Signalverarbeitung	A	A	B	B					
MET114	Machine und Deep Learning	A	A	A	B	B		A	A	A
MET115	Advanced Embedded Software		A	A	A	B		A	A	A
MET116	Embedded System Design		A	A		B	A			
MET117	Moderne Methoden der Regelungstechnik		A	B	A	B				
MET118	Regelung elektrischer Antriebe		B	B	A	A				
MMT111	Anwendung der Robotik	A			A	B	A	A	A	A
MMT112	Software in der Robotik	A		A	A	B	A	A	A	A
MMP201	Masterprojekt 1	B	A	B	B	B		B	B	B
MMP202	Masterprojekt 2	B	A	B	B	B		B	B	B
MMA301	Masterarbeit / Kolloquium	B	B	B	B	B	A		B	B

Studiengangsprofil: Master Maschinenbau

Im Master Maschinenbau vertiefen Studierende ihre Kompetenzen zur Identifikation, Analyse und Bearbeitung komplexer technischer Problemstellungen. Das Studium folgt der Plattformstruktur und setzt auf eine hohe Eigenständigkeit, methodische Reflexion und den Transfer in neue Kontexte. Die acht Kernmodule führen vier Maschinenbau-Lernpfade auf Master-Niveau fort: Modellierung und Simulation, Engineering Design, Produktion sowie Produkt- und Prozessgestaltung. In zwei Masterprojekten bearbeiten Kleingruppen offene Fragestellungen aus Forschung oder Unternehmenspraxis und entwickeln Lösungen nach ingenieurmäßigen Standards inklusive Dokumentation, Präsentation und Diskussion. Masterarbeit und Kolloquium schließen das Studium ab.

> Profil auf einen Blick: Der Master Maschinenbau vertieft höhere Mathematik und maschinelles Lernen, Maschinendynamik und KI-gestützte digitale Produktentwicklung, Industrial Engineering und Advanced Manufacturing sowie fluidtechnische Komponenten und produktionsgerechte Produktentwicklung. Typische Themen sind KI-gestützte Simulation und Auslegung, Schwingungsanalyse, moderne Fertigungsverfahren und ganzheitliche Arbeitssystemgestaltung. Das Profil bereitet auf forschungsnahe Entwicklungs-, Konstruktions- und Optimierungsaufgaben in industriellen Wertschöpfungsprozessen vor.

Kernmodulwahl

Im Master Maschinenbau sind laut Studien- und Prüfungsplan 8 von 10 wählbaren Kernmodulen zu belegen. Wählbar sind alle Kernmodule Maschinenbau sowie die Kernmodule des Lernpfads Robotik:

Lernpfad	Wählbare Kernmodule
Modellierung und Simulation	MMB111 Höhere Mathematik; MMB112 Maschinelles Lernen
Engineering Design	MMB113 Maschinendynamik; MMB114 KI-gestützte digitale Produktentwicklung
Produktion	MMB115 Industrial Engineering; MMB116 Advanced Manufacturing
Produkt- und Prozessgestaltung	MMB117 Fluidtechnische Komponenten und Systeme; MMB118 Produktionsgerechte Produktentwicklung
Robotik	MMT111 Anwendung der Robotik; MMT112 Software in der Robotik

Ziele-Module-Matrix

Legende: Z1 = Problemstellungen identifizieren und gegenüber dem Stand der Technik vergleichen; Z2 = mit üblichen Mitteln der Disziplin modellieren; Z3 = ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge zur Analyse entwickeln bzw. weiterentwickeln; Z4 = simulierte und gemessene Daten analysieren und interpretieren; Z5 = komplexe Systeme konstruieren, implementieren, dokumentieren und testen; Z6 = soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen; Z7 = Führung in einem interdisziplinären Projektteam übernehmen; Z8 = fachbezogene Positionen und Lösungen formulieren und argumentativ verteidigen; Z9 = mit Fachleuten und Lai:innen über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen kommunizieren. A = vertiefen/anwenden; B = beherrschen/transferieren.

Modul	Modulname	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
MMB111	Höhere Mathematik		B	B						
MMB112	Maschinelles Lernen	A	A	B	A	B				A
MMB113	Maschinendynamik		B	A	B					
MMB114	KI-gestützte digitale Produktentwicklung	A	A	A	A	B	A			
MMB115	Industrial Engineering	A		B			A	A	A	A
MMB116	Advanced Manufacturing	A		A	A	B	A	A	A	A
MMB117	Fluidtechnische Komponenten und Systeme		B	A	A	A				
MMB118	Produktionsgerechte Produktentwicklung	A		A		B	A			
MMT111	Anwendung der Robotik	A			A	B	A	A	A	A
MMT112	Software in der Robotik	A		A	A	B	A	A	A	A
MMP201	Masterprojekt 1	B	A	B	B	B		B	B	B
MMP202	Masterprojekt 2	B	A	B	B	B		B	B	B
MMA301	Masterarbeit / Kolloquium	B	B	B	B	B	A		B	B

Studiengangsprofil: Master Mechatronik und Robotik

Der Master Mechatronik und Robotik richtet sich an Studierende, die komplexe Systeme interdisziplinär entwickeln wollen, an der Schnittstelle von Mechanik, Elektronik und Software mit sichtbar vertieftem Robotik-Fokus. In der gemeinsamen Plattformstruktur stärken die Kernmodule die wissenschaftlich-methodische Durchdringung. Der Studiengang übernimmt auf Master-Niveau Modulbereiche aus Engineering Design, Eingebetteten Systemen und Modellbasiertem Entwurf und ergänzt sie um den profilgebenden Lernpfad Robotik. Zwei Masterprojekte in Kleingruppen übertragen Kerninhalte auf offene Fragestellungen aus Forschung oder Unternehmen; dabei werden Projektorganisation, Teamarbeit, wissenschaftliches Schreiben und Präsentation gezielt weiterentwickelt. Den Abschluss bilden Masterarbeit und Kolloquium.

> Profil auf einen Blick: Der Master Mechatronik und Robotik verbindet den profilgebenden Lernpfad Robotik (Anwendung der Robotik, Software in der Robotik) mit vertieften Kernmodulen aus Engineering Design, Produktion, Eingebetteten Systemen und Modellbasierter Entwicklung. Typische Themen sind Robotiksoftware mit ROS/ROS2, KI-gestützte Wahrnehmung und Bewegungsplanung, Maschinendynamik sowie eingebettete Hard-/Software-Architekturen. Das Profil bereitet auf interdisziplinäre Entwicklungs-, Integrations- und Inbetriebnahmeaufgaben an der Schnittstelle von Mechanik, Elektronik und Software vor.

Kernmodulwahl

Im Master Mechatronik und Robotik sind die beiden Kernmodule des Lernpfads Robotik verpflichtend zu belegen. Aus den übrigen 8 Kernmodulen der Lernpfade Engineering Design, Produktion, Eingebettete Systeme und Modellbasierte Entwicklung müssen laut Studien- und Prüfungsplan 6 Module gewählt werden:

Lernpfad	Kernmodule
Robotik (Pflicht)	MMT111 Anwendung der Robotik; MMT112 Software in der Robotik
Engineering Design	MMB113 Maschinendynamik; MMB114 KI-gestützte digitale Produktentwicklung
Produktion	MMB115 Industrial Engineering; MMB116 Advanced Manufacturing
Eingebettete Systeme	MET115 Advanced Embedded Software; MET116 Embedded System Design
Modellbasierte Entwicklung	MET117 Moderne Methoden der Regelungstechnik; MET118 Regelung elektrischer Antriebe

Ziele-Module-Matrix

Legende: Z1 = Problemstellungen identifizieren und gegenüber dem Stand der Technik vergleichen; Z2 = mit üblichen Mitteln der Disziplin modellieren; Z3 = ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge zur Analyse entwickeln bzw. weiterentwickeln; Z4 = simulierte und gemessene Daten analysieren und interpretieren; Z5 = komplexe Systeme konstruieren, implementieren, dokumentieren und testen; Z6 = soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen; Z7 = Führung in einem interdisziplinären Projektteam übernehmen; Z8 = fachbezogene Positionen und Lösungen formulieren und argumentativ verteidigen; Z9 = mit Fachleuten und Lai:innen über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen kommunizieren. A = vertiefen/anwenden; B = beherrschen/transferieren.

Modul	Modulname	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
MMT111	Anwendung der Robotik	A			A	B	A	A		
MMT112	Software in der Robotik	A		A	A	B	A	A		
MET115	Advanced Embedded Software		A	A	A	B		A	A	A
MET116	Embedded System Design		A	A		B	A			
MET117	Moderne Methoden der Regelungstechnik		A	B	A	B				
MET118	Regelung elektrischer Antriebe		B	B	A	A				
MMB113	Maschinendynamik		B	A	B					
MMB114	KI-gestützte digitale Produktentwicklung	A	A	A	A	B	A			
MMB115	Industrial Engineering	A			A	B	A	A	A	A
MMB116	Advanced Manufacturing	A		A	A	B	A	A	A	A
MMP201	Masterprojekt 1	B	A	B	B	B		B	B	B
MMP202	Masterprojekt 2	B	A	B	B	B		B	B	B
MMA301	Masterarbeit / Kolloquium	B	B	B	B	B	A		B	B

Modulbeschreibungen

Dieses Modulhandbuch beschreibt die Module der Masterplattform Elektrotechnik, Maschinenbau sowie Mechatronik und Robotik mit Angaben zu Verwendbarkeit, Modultyp, Angebotshäufigkeit, Dauer, Credits, Benotung, Semesterwochenstunden, Workload, Voraussetzungen, Lernergebnissen, Inhalten, Prüfungsformen, Literatur und fachlicher Zuordnung. Die Modulbeschreibungen sind nach Modulbereichen geordnet und ermöglichen damit eine Orientierung über fachliche Vertiefung, Projektanteile und Abschlussphase.

Kernmodule Elektrotechnik

Die Kernmodule Elektrotechnik vertiefen die Lernpfade Elektronik, Intelligente Signalverarbeitung, Eingebettete Systeme und Modellbasierter Entwurf auf Master-Niveau.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können anspruchsvolle elektrotechnische Problemstellungen identifizieren, modellieren, analysieren und in technisch tragfähige Systemlösungen überführen. Sie beherrschen zentrale Methoden der Wellenausbreitung, gemischt analog/digitalen Schaltungstechnik, statistischen Signalverarbeitung, des Machine und Deep Learning, der eingebetteten Software- und Systementwicklung sowie moderner Regelungstechnik und elektrischer Antriebe.

WOMIT. Die Studierenden erreichen diese Lernergebnisse, indem sie elektromagnetische Felder und Ausbreitungskanäle modellieren, analoge und digitale Schaltungsanteile entwerfen und bewerten, verrauschte Signale und Messdaten statistisch auswerten, lernende Modelle implementieren und validieren, eingebettete Software- und Hardware-/Software-Architekturen konzipieren sowie Mehrgrößensysteme, modellprädiktive Regler und geregelte elektrische Antriebe auslegen. Dabei wenden sie ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge auf Transferniveau an und entwickeln diese für komplexe Aufgabenstellungen weiter.

WOZU. Damit sind die Studierenden befähigt, komplexe elektrotechnische Systeme in Forschung, Entwicklung und Anwendung eigenständig zu analysieren, zu entwerfen, zu implementieren, zu testen und fachlich zu begründen. Sie können simulierte und gemessene Daten interpretieren, technische Entscheidungen gegenüber dem Stand der Technik einordnen und Lösungen für Kommunikations-, Embedded-, Signalverarbeitungs-, Regelungs- und Antriebssysteme nachvollziehbar vertreten.

Kurzporträt Kernmodule Elektrotechnik

Worum geht es? Die Kernmodule Elektrotechnik vertiefen vier Lernpfade des Bachelors auf Masterniveau: Wellenausbreitung und gemischt analog/digitale Schaltungen, statistische Signalverarbeitung und Machine/Deep Learning, Advanced Embedded Software und Embedded System Design sowie moderne Regelungstechnik und die Regelung elektrischer Antriebe. Dabei rückt die wissenschaftlich-methodische Durchdringung in den Vordergrund: Modelle werden hergeleitet statt nur angewendet, Verfahren werden verglichen und weiterentwickelt statt nur eingesetzt.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um anspruchsvolle elektrotechnische Systeme in Forschung, Entwicklung und industrieller Anwendung eigenständig zu konzipieren, zu implementieren und fachlich zu vertreten – von Funk- und Übertragungssystemen über KI-gestützte Signalverarbeitung bis zu eingebetteten Systemen und geregelten Antrieben. Sie bilden die fachliche Basis für die beiden Masterprojekte und die Masterarbeit.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie moderne Kommunikations-, Embedded- und Antriebssysteme im Detail funktionieren und warum sie so entworfen werden, findet hier den Übergang von der ingenieurwissenschaftlichen Anwendung zum eigenständigen methodischen Transfer. Die Kernmodule zeigen, wie aus Bachelor-Grundlagen forschungsnahe, auf dem aktuellen Stand der Technik operierende Lösungen entstehen.

MET111: Wellenausbreitung

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Degen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Degen
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Wave Propagation
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Bachelor Elektrotechnik oder Bachelor Mechatronik

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verstehen und beherrschen die grundlegenden und fortgeschrittenen physikalischen Mechanismen der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in unterschiedlichen Medien sowie deren Bedeutung für technische Übertragungsstrecken und moderne Funksysteme.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die Maxwell-Gleichungen anwenden, um Felder und Wellenphänomene in einfachen und komplexen geometrischen Konfigurationen herzuleiten und zu analysieren,
- Ausbreitung in Leitungen, Wellenleitern, freien Räumen und komplexen Medien modellieren,
- Reflexion, Transmission, Absorption, Beugung, Brechung, Abschattung und Mehrwegeausbreitung mittels geeigneter Modelle und Näherungen beschreiben,
- einfache Wellenleiter und Antennen dimensionieren und charakterisieren,
- Ausbreitung durch Atmosphäre, Troposphäre und Ionosphäre bewerten und die resultierenden Effekte (Dämpfung, Dispersion, Streuung, Fading) quantifizieren,
- Funkkanäle modellieren (deterministisch, stochastisch, 3D-Geometrie-, Raytracing- und parametrische Modelle).

WOZU. um komplexe Funk- und Übertragungssysteme fundiert analysieren, modellieren, entwickeln und verbessern zu können – sowohl im Forschungskontext als auch in industriellen Anwendungen wie Mobilfunk, Satellitenkommunikation, Radartechnik oder kabellosen Sensornetzwerken.

Inhalte

- Grundlagen der theoretischen Elektrotechnik für die Wellenausbreitung: Herleitung zentraler Feld- und Wellengleichungen aus den Maxwell-Gleichungen; Elektromagnetische Feldgrößen, Energiedichte, Poynting-Vektor; ebene Wellen, phasen- und gruppenbezogene Ausbreitung; Polarisation und deren Transformationen
- EM-Felder und -Wellen in technischen Strukturen: Leitungsmodelle, TEM-/TE-/TM-Wellen; Ausbreitungskonstanten, Impedanzen, Dämpfungsmechanismen
- Standard-Antennen und -Arrays: Grundlagen der Strahlungsmechanismen; charakteristische Antennenkenngrößen (Gewinn, Richtdiagramm, Bandbreite, Effizienz); Lineare, flächige und adaptive Arrays; Kopplung zwischen Antennen und Ausbreitungsmedium
- Ausbreitungsmedien und Ausbreitungskanäle: Freiraum, leitfähige Medien, Verluste, Rauschen; Atmosphärische und ionosphärische Effekte (Dämpfung, Absorption, Streuung, Refraktion); Reflexion, Transmission, Absorption, Beugung an Kanten, Streuung an rauen Flächen; Mehrwegeausbreitung, Fading-Phänomene (Rayleigh, Rice, Nakagami)
- Messung und Erfassung von Ausbreitungskanälen: Channel Sounder; Raytracing

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Marco Leone: Theoretische Elektrotechnik. Springer Vieweg, 2018.
- Frank Gustrau: Angewandte Feldtheorie. Carl Hanser Verlag, 2018.
- Frank Gustrau: Hochfrequenztechnik. Carl Hanser Verlag, 2022.
- Heino Henke: Elektromagnetische Felder. Springer Vieweg, 2015.
- Bernhard Rembold: Wellenausbreitung. Springer Vieweg, 2015.

Kurzporträt MET111: Wellenausbreitung

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, wie sich elektromagnetische Wellen in Leitungen, Wellenleitern, freien Räumen und komplexen Medien wie Atmosphäre und Ionosphäre ausbreiten. Ausgehend von den Maxwell-Gleichungen leiten Sie Feld- und Wellenphänomene her, dimensionieren einfache Antennen und Wellenleiter und modellieren Funkkanäle deterministisch, stochastisch oder per Raytracing.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Funk- und Übertragungsstrecken fundiert zu analysieren, zu entwerfen und zu verbessern, etwa im Mobilfunk, in der Satellitenkommunikation, bei Radaranwendungen oder in kabellosen Sensornetzwerken. Sie ermöglichen es, Effekte wie Dämpfung, Mehrwegeausbreitung und Fading realistisch einzuschätzen und in belastbare Systementwürfe zu übersetzen.
Wieso ist es interessant? Ob Mobilfunk, WLAN oder Satellitenverbindung – jede drahtlose Übertragung hängt davon ab, wie gut die zugrunde liegende Wellenausbreitung verstanden und modelliert wird. Wer wissen möchte, warum ein Funksignal an einer Stelle stark und wenige Meter weiter schwach ist, bekommt hier das physikalische und methodische Rüstzeug dafür.

MET112: Gemischt analog/digitale Schaltungen

Modulverantwortung	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Mixed-Signal Circuits
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- Analoge Signale und Systeme
- Systemtheorie und Regelungstechnik
- Digitaltechnik
- Mess- und Sensortechnik
- Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen
- Operationsverstärker und Filter
- Fortgeschrittene Schaltungstechnik
- Hochfrequenzschaltungstechnik

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können gemischt analog/digitale Schaltungen einordnen, modellieren, analysieren, entwerfen und funktional überprüfen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- verschiedene Technologien zur Schaltungsrealisierung einsetzen,
- diverse Aufbau- und Verbindungstechniken kennen,
- moderne Entwicklungs- und Analysewerkzeuge nutzen,
- Signal- und Taktleitungen sowie Busse und Schnittstellen geeignet verlegen und auslegen und dabei Übersprechen, Interferenzen und Verluste berücksichtigen,
- abwägen, welche Bau- und Funktionsgruppen analog bzw. digital zu realisieren sind,
- an geeigneten Stellen integrierte Bauelemente, Schaltkreise und Sensoren verwenden,
- beim Entwurf sinnvolle Defektmechanismen und Teststrategien zur Verifikation überlegen,
- Wärmeverluste berücksichtigen und diese fachmännisch abführen,
- EMV-Richtlinien beim Entwurf berücksichtigen.

WOZU. Die Studierenden verwenden die erworbenen Kompetenzen, um professionelle Schaltungen unter Berücksichtigung von EMV-Richtlinien sowie von Aspekten der Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und des Zeitaufwands zu entwickeln.

Inhalte

- moderne Schaltungstechnologie, verschiedene Schaltungstopologien und Entwicklungsprozesse,
- Aufbau- und Verbindungstechniken,
- Leiterplatten und Leiterplattenverarbeitung,
- Routing mit modernen Simulationswerkzeugen (Allegro X, aber auch ADS, Empire und Sonnet),
- Kosten- und Zeitaufwand von Analog- vs. Digitaltechnik, Grenzen der Digitalisierung,
- Testkosten, externer Test, Selbsttest, Fehlersimulation, Systemtest,
- Wärmemanagement und Materialien, Entwärmung und Temperierung, Heatpipes, kalorische Systeme und Peltier-Kühler,
- Grundlagen zu EMV und Richtlinien.

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Michael Steer: Microwave and RF Design, Volume 2: Transmission Lines. NC State University, 2019.
- Raghbir Singh Khandpur: Printed Circuit Boards: Design, Fabrication, and Assembly. McGraw-Hill, 2005.
- Jess Chen; Michael Henrie; Monte F. Mar; Mladen Nizic: Mixed-Signal Methodology Guide. Cadence Design Systems, 2012.
- Johann Siegl; Edgar Zocher: Schaltungstechnik: Analog und gemischt analog/digital. Springer Vieweg, 2018.
- Hans-Jürgen Meckelburg: Theorie der Elektromagnetischen Verträglichkeit. Springer Vieweg, 2024.
- Hans-Joachim Wunderlich: Hochintegrierte Schaltungen. Springer, 1991.
- Ulrich Tietze; Christoph Schenk; Eberhard Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer Vieweg, 2019.

Kurzporträt MET112: Gemischt analog/digitale Schaltungen

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Leiterplatten und Baugruppen, in denen analoge und digitale Schaltungsanteile zusammenwirken. Sie entscheiden, welche Funktionsgruppen analog bzw. digital realisiert werden, legen Signal- und Taktleitungen unter Berücksichtigung von Übersprechen und EMV aus und planen Aufbau, Verbindungstechnik, Wärmemanagement und Teststrategie eines gemischten Schaltungsentwurfs.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, wenn reale elektronische Produkte über einzelne Bauteile hinaus als vollständige, EMV-gerechte und wirtschaftlich sinnvolle Baugruppe entworfen werden müssen. Sie verbinden schaltungstechnisches Wissen mit Aufbau-, Verbindungs- und Testtechnik und sind damit zentral für die Übergabe eines Entwurfs von der Idee zur fertigungsreifen Leiterplatte.
Wieso ist es interessant? Kaum ein reales Gerät ist rein analog oder rein digital – die Kunst liegt darin, beide Welten robust und störungsfrei auf einer Platine zu vereinen. Wer verstehen möchte, warum Layout, Wärmeableitung und EMV-Maßnahmen über Erfolg oder Misserfolg eines Schaltungsentwurfs entscheiden, findet hier den praxisnahen Einstieg.

MET113: Statistische Signalverarbeitung

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Degen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Degen
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Statistical Signal Processing
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Digitale Signalverarbeitung

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können deterministische und stochastische Signale sowie verrauschte Messprozesse modellieren und statistische Verfahren zur Schätzung, Detektion und Filterung entwickeln, anwenden und kritisch bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Zufallsvariablen, Zufallsprozesse und spektrale Beschreibungen sicher analysieren und in geeignete Signalmodelle überführen,
- lineare und nichtlineare Schätzverfahren (z. B. ML, MAP, MMSE, BLUE, Kalman-Varianten) herleiten, implementieren und vergleichen,
- Filterstrukturen und Rekursionsverfahren zur Schätzung zeitvarianter Prozesse nutzen (Kalman-, Extended-, Unscented-Kalman-Filter), Ergebnisse und Modellannahmen kritisch hinterfragen und alternative Verfahren begründet auswählen.

WOZU. um komplexe Mess- und Informationssysteme unter Unsicherheit entwickeln, optimieren und zuverlässig beurteilen zu können – z. B. in Kommunikationstechnik, Radar/Sonar, Medizintechnik, Robotik, Zustandsüberwachung oder autonomen Systemen.

Inhalte

- 1. Grundlagen der Stochastik für Signale
- Zufallsvariablen und -vektoren, Verteilungen
- Erwartungswerte, Kovarianzen, Transformationen
- Zufallsprozesse, Stationarität, Ergodizität
- Autokorrelations- und Spektralfunktionen
- Monte-Carlo-Simulationen
- 2. Stochastische Signale und Rauschmodelle
- Additive Rauschmodelle (weißes, farbiges Rauschen)
- Gaußsche Prozesse, Markov-Prozesse
- Modellierung von Sensor- und Messrauschen
- 3. Schätztheorie
- Punktschätzung und Intervallschätzung
- Maximum-Likelihood (ML), Maximum-a-posteriori (MAP)
- BLUE, MMSE und Zusammenhang zu Korrelationsstrukturen
- Cramér-Rao–Schranken und Effizienz
- 4. Lineare und nichtlineare Filterung
- Wiener-Filter (nichtkausal, kausal)
- Rekursive Filter: Kalman-, Extended-Kalman-, Unscented-Kalman-Filter
- 5. Statistische Methoden in modernen Sensorsystemen
- Sensordatenfusion
- Zustandsschätzung in dynamischen Systemen
- Anwendung auf Radar, Lidar, Kommunikation, Audio, Biomedizin

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Steven M. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory. Prentice Hall, 1993.
- Steven M. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume III: Practical Algorithm Development. Pearson, 2013.
- Alan V. Oppenheim; Ronald W. Schafer: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. Oldenbourg Verlag, 1998.
- Daniel Ch. von Grünigen: Digitale Signalverarbeitung. Carl Hanser Verlag, 2014.
- Jens-Rainer Ohm: Digitale Bildcodierung. Springer, 1995.
- Karl-Dirk Kammeyer; Kristian Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. Springer Vieweg, 2012.

Kurzporträt MET113: Statistische Signalverarbeitung

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, wie man aus verrauschten Mess- und Sensordaten belastbare Aussagen gewinnt. Sie modellieren Zufallsprozesse und Rauschen, leiten Schätzverfahren wie ML, MAP oder MMSE her und setzen rekursive Filter wie Kalman-, Extended- und Unscented-Kalman-Filter ein, um zeitvariante Prozesse zuverlässig zu schätzen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, wann immer Mess- und Informationssysteme unter Unsicherheit entwickelt und beurteilt werden müssen, etwa in Kommunikationstechnik, Radar/Sonar, Medizintechnik, Robotik, Zustandsüberwachung oder autonomen Systemen. Sie ermöglichen es, Schätzverfahren begründet auszuwählen, ihre Modellannahmen kritisch zu hinterfragen und Ergebnisse statistisch fundiert zu bewerten.
Wieso ist es interessant? Jedes reale Messsignal ist verrauscht – die Kunst liegt darin, trotzdem die bestmögliche Schätzung des tatsächlichen Zustands zu gewinnen. Wer verstehen möchte, wie ein Navigationssystem trotz ungenauer Sensordaten die Position sauber schätzt oder wie Radarsysteme Ziele aus dem Rauschen extrahieren, findet hier die theoretischen und praktischen Werkzeuge dafür.

MET114: Machine und Deep Learning

Modulverantwortung	Prof. Dr. Michael Gref	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Michael Gref
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Machine and Deep Learning
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Data Science in der Elektrotechnik (Bachelor), Mathematik (insb. lineare Algebra & Vektoranalysis), Python

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden für komplexe Problemstellungen der Elektrotechnik geeignete Machine- und Deep-Learning-Lösungen konzipieren, als datengetriebene, trainierbare Modelle realisieren, Trainingsprozess und Modellverhalten theoretisch fundiert analysieren, durch gezielte Anpassung von Hyperparametern und Modellarchitektur iterativ verbessern und die resultierenden Modelle experimentell hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- zentrale Verfahren des klassischen Machine Learning hinsichtlich Modellannahmen, Modellkomplexität, Regularisierung und Bias-Varianz-Verhalten mathematisch vertiefen und anwenden,
- die mathematischen Grundlagen von Gradientenverfahren und Backpropagation (inkl. Lossfunktionen, Ableitungen, Optimierungs- und Regularisierungstechniken) an ausgewählten Netzwerkbeispielen herleiten, erläutern und für das Training tiefer neuronaler Netze nutzen,
- Machine- und Deep-Learning-Modelle in gängigen Frameworks wie PyTorch als datengetriebene Modelle implementieren und trainieren und dabei Datenaufbereitung, Feature-Engineering und vollständige Trainingspipelines praktisch umsetzen,
- systematisch mit Hyperparametern und Modellarchitekturen experimentieren, Lernkurven und Bewertungsmetriken auswerten und auf dieser Basis Trainingsprozess und Modellverhalten analysieren sowie gezielt verbessern,
- ausgewählte fortgeschrittene Lernparadigmen und Anwendungen im Deep Learning in Form prototypischer Experimente oder Projekte erproben und deren Eignung für elektrotechnische Anwendungsfälle kritisch reflektieren,
- in einem Projekt mit realistischen oder realen Datensätzen aus der Elektrotechnik eine eigene Fragestellung formulieren, geeignete Machine- und Deep-Learning-Verfahren auswählen, mehrere Modellansätze implementieren, trainieren und vergleichen, die Leistungsfähigkeit der Modelle experimentell evaluieren sowie Vorgehen und Ergebnisse strukturiert dokumentieren, präsentieren und verteidigen.

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um datengetriebene, lernfähige Komponenten in komplexe elektrotechnische Gesamtsysteme zu integrieren, deren Beitrag zur Lösung innovativer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben kritisch zu bewerten und die dabei getroffenen Modell- und Designentscheidungen in Fachkreisen und wissenschaftlichen Kontexten nachvollziehbar zu begründen und zu verteidigen.

Inhalte

- Vertiefung und Theorie klassischer Verfahren des maschinellen Lernens (u. a. lineare Modelle, k-Nearest Neighbours, Entscheidungsbäume, Random Forests, Support Vector Machines)
- Theorie und Optimierung tiefer neuronaler Netze: Funktionsweise künstlicher neuronaler Netze, Lossfunktionen, Gradienten- und Backpropagation-Prinzip, Stochastic Gradient Descent und ausgewählte adaptive Optimierungsverfahren (z. B. Adam, RMSprop), grundlegende Lernraten- und Regularisierungsstrategien
- Spezialisierte Architekturen: Convolutional Neural Networks, rekurrente Architekturen (z. B. RNNs, LSTMs/GRUs), Encoder-Decoder-Strukturen sowie grundlegende Attention- und Transformer-Konzepte
- Fortgeschrittene Lernparadigmen und Anwendungen im Deep Learning: Repräsentations- und selbstüberwachtes Lernen, metrisches und One-/Few-Shot-Learning, ausgewählte generative Deep-Learning-Modelle, Multi-Task-Learning sowie multimodale Modelle und aktuelle Trends in Forschung und Anwendung
- Effiziente Modellanpassung, Bereitstellung, Robustheit und Interpretierbarkeit: Transfer Learning, Modellkompression und Quantisierung, Knowledge Distillation, Grundlagen adversarialer Störungen und robuster Trainingsansätze sowie ausgewählte Verfahren der Modellinterpretation

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Projektarbeit mit Dokumentation, Präsentation und Fachgespräch; Umfang, Bearbeitungszeit und Abgabemodalitäten werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

- Ian Goodfellow; Yoshua Bengio; Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.
- Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.
- Kevin P. Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press, 2012.
- Aurélien Géron: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media, 2019.

- Aktuelle wissenschaftliche Publikationen im Bereich Deep Learning.

Kurzporträt MET114: Machine und Deep Learning

Worum geht es? In diesem Modul konzipieren Sie für elektrotechnische Problemstellungen eigene Machine- und Deep-Learning-Lösungen, von klassischen Verfahren über Convolutional- und rekurrente Netze bis zu Transformer- und Attention-Konzepten. Sie implementieren und trainieren diese Modelle in gängigen Frameworks wie PyTorch, experimentieren systematisch mit Architekturen und Hyperparametern und bearbeiten am Ende ein eigenes Projekt mit realistischen Datensätzen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um datengetriebene, lernfähige Komponenten in größere elektrotechnische Systeme zu integrieren und ihren Beitrag zu Forschungs- und Entwicklungsaufgaben fundiert zu bewerten. Sie befähigen dazu, Modell- und Designentscheidungen nicht nur zu treffen, sondern in Fachkreisen nachvollziehbar zu begründen und zu verteidigen.
Wieso ist es interessant? Machine und Deep Learning verändern, wie elektrotechnische Systeme Signale interpretieren, Zustände erkennen und Entscheidungen treffen. Wer verstehen möchte, was hinter neuronalen Netzen mathematisch wirklich passiert und wie man sie verantwortungsvoll für reale technische Probleme einsetzt, statt sie als Black Box zu benutzen, bekommt hier einen fundierten und zugleich praxisnahen Zugang.

MET115: Advanced Embedded Software

Modulverantwortung	Prof. Dr. Matteo Zella	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Matteo Zella
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Advanced Embedded Software
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können für ein konkretes eingebettetes Softwaresystem eine tragfähige Softwarearchitektur entwerfen und technisch begründen, die geeignete Entwurfsmuster und KI-Komponenten integriert.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- zentrale Komponenten, Datenflüsse und Schnittstellen eines eingebetteten Systems identifizieren und erste Architektur-Sketche (z. B. Schichten-, Komponenten- oder Ports-and-Adapters-Modelle) erstellen,
- passende Entwurfsmuster für Embedded-Software (z. B. Zustandsautomaten, Publish/Subscribe, HAL/Abstraktionsschichten, Strategy) auswählen, auf kleine Lab-Beispiele anwenden und deren Wirkung auf Kopplung, Testbarkeit und Erweiterbarkeit reflektieren,
- einfache KI-Modelle bzw. ML-Komponenten (z. B. Klassifikator, Anomalie-Erkennung) hinsichtlich Ressourcenbedarf und Latenz bewerten und ein passendes Integrationskonzept (Datenpfad, Inferenz auf MCU/SoC/Edge-HW) in die Architektur einbetten,
- für ausgewählte Architekturvarianten grundlegende Teststrategien (Unit-, Integrations-, Hardware-in-the-Loop-Tests) ableiten und Testfälle so zuschneiden, dass kritische Komponenten automatisiert überprüfbar werden,
- einen einfachen DevOps-/CI/CD-Workflow für eingebettete Software (z. B. Build, statische Analyse, Unit-Tests, Deployment auf Test-Hardware) definieren und in Form von Pipeline-Skizzen bzw. Konfigurationsfragmenten ausarbeiten.

WOZU. um in Entwicklungsteams als Embedded Software Engineer wartbare, testbare und erweiterbare Embedded-Software-Lösungen konzipieren und ihre Architekturentscheidungen gegenüber Fachkolleg:innen fundiert vertreten zu können.

Inhalte

- Software-Architekturen für Embedded Systems
- Entwurfsmuster für Embedded-Software
- KI-Modelle in eingebetteter Software
- DevOps & CI/CD für Embedded Software
- Teststrategien & Qualitätssicherung

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Haus-/Projekt-/Studienarbeit mit Präsentation (20 Minuten) und schriftlicher Ausarbeitung (20 Seiten)

Literatur

- Ralf Spitzmüller; René Schell: Softwaretechnik für Embedded Systems. Springer Vieweg, 2019.
- Peter Marwedel: Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems and the Internet of Things. Springer, 2021.

Kurzporträt MET115: Advanced Embedded Software

Worum geht es? In diesem Modul entwerfen Sie für ein konkretes eingebettetes System eine tragfähige Softwarearchitektur: Sie skizzieren Komponenten, Datenflüsse und Schnittstellen, wählen passende Entwurfsmuster wie Zustandsautomaten oder Publish/Subscribe aus, integrieren einfache KI-/ML-Komponenten ressourcenbewusst und definieren Teststrategien sowie einen DevOps-/CI/CD-Workflow für Embedded Software.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um in Entwicklungsteams wartbare, testbare und erweiterbare Embedded-Software-Lösungen zu konzipieren statt gewachsene, schwer wartbare Firmware zu produzieren. Sie ermöglichen es, Architekturentscheidungen begründet zu treffen und gegenüber Kolleginnen und Kollegen fachlich zu vertreten.

Wieso ist es interessant? Eingebettete Software steckt in beinahe jedem technischen Produkt, oft unter harten Ressourcen- und Echtzeitbedingungen. Wer verstehen möchte, wie man solche Software so strukturiert, dass sie über Jahre wartbar bleibt und sich sogar um KI-Komponenten erweitern lässt, findet hier den passenden Rahmen.

MET116: Embedded System Design

Modulverantwortung	Prof. Dr. Benedikt Janßen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Benedikt Janßen
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Embedded System Design
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können für ein konkretes Embedded-System ein begründetes Systemkonzept (HW/SW) entwerfen, das Dependability, Safety & Security, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz integriert.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- ein Anwendungsszenario mit typischen Randbedingungen (z. B. Kosten, Energiequelle, Umgebungsbedingungen) beschreiben und Stakeholder-Anforderungen strukturieren,
- aus diesen Anforderungen spezifische Ziele und Constraints zu Dependability (z. B. Verfügbarkeit), Safety, Security sowie Nachhaltigkeit/-Energieeffizienz ableiten,
- Architektur- und Designprinzipien (z. B. Schichtenarchitektur, komponentenbasiertes Design, Fail-Safe-/Fail-Operational-Konzepte) auswählen und in einem HW/SW-Co-Design mit Blockdiagrammen und Schnittstellenmodellen konkret ausarbeiten,
- exemplarische Mechanismen für Safety & Security (z. B. Watchdog-Konzepte, sichere Zustände, grundlegende Authentifizierung/Verschlüsselung, Isolation durch MMU/MPU) im Entwurf verorten und ihre Wirkung argumentativ herleiten,
- einfache Abschätzungen zu Energieverbrauch und Robustheit (z. B. Duty-Cycling-Szenarien, Vergleich von Betriebsmodi, Betrachtung typischer Fehlerszenarien) durchführen und zur Bewertung von Designalternativen nutzen.

WOZU. um in Entwicklungsteams für Embedded Systems fundierte Entwurfsentscheidungen treffen und gegenüber Fachkolleg:innen vertreten zu können.

Inhalte

- Architektur- und Designprinzipien
- Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit, Sicherheit (Safety/Security)
- Safety Engineering
- Sicherheit für Embedded Systems
- Energieeffizienz & Nachhaltigkeit
- HW/SW Co-Design

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Peter Marwedel: Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems and the Internet of Things. Springer, 2021.
- Edward A. Lee; Sanjit A. Seshia: Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach. MIT Press, 2017.
- Marilyn Wolf: Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design. Morgan Kaufmann, 2017.
- Hermann Kopetz: Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Springer, 2022.
- Tammy Noergaard: Embedded Systems Architecture: A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers. Newnes, 2012.

Kurzporträt MET116: Embedded System Design

Worum geht es? In diesem Modul entwerfen Sie das Gesamtkonzept eines Embedded-Systems aus Hardware und Software: Ausgehend von einem Anwendungsszenario mit Kosten-, Energie- und Umgebungsrandbedingungen leiten Sie Anforderungen an Dependability, Safety, Security sowie Energieeffizienz ab und arbeiten diese in einem HW/SW-Co-Design mit konkreten Schutzmechanismen wie Watchdogs, sicheren Zuständen oder Isolationskonzepten aus.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um in Entwicklungsteams für Embedded Systems fundierte Entwurfsentscheidungen zu treffen, die nicht nur Funktion, sondern auch Zuverlässigkeit, Sicherheit und Nachhaltigkeit des Gesamtsystems berücksichtigen. Sie versetzen in die Lage, Designalternativen anhand von Energie- und Robustheitsabschätzungen sachlich zu bewerten und zu vertreten.
Wieso ist es interessant? Ob autonomes Fahrzeug, medizinisches Gerät oder Industriesteuerung – überall müssen Embedded-Systeme sicher, zuverlässig und effizient funktionieren, oft über Jahre und unter widrigen Bedingungen. Wer verstehen möchte, wie Sicherheit und Energieeffizienz von Anfang an in den Systementwurf einfließen statt nachträglich ergänzt zu werden, findet hier den systematischen Zugang.

MET117: Moderne Methoden der Regelungstechnik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Elmar Ahle	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Elmar Ahle
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Modern Control Engineering Methods
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse in den Themengebieten des Tracks “Model-based System Design”

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können moderne Regelungsverfahren für lineare Mehrgrößensysteme auslegen und implementieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

Mehrgrößensysteme mittels Übertragungsfunktionsmatrizen modellieren, deren Pole und (invariante) Nullstellen analysieren, Optimalregler auslegen, diese in diskreter Form anwenden und darauf aufbauend modellprädiktive Regler formulieren, simulieren und bewerten.

WOZU. um komplexe elektrische und mechatronische Systeme mit mehreren Ein- und Ausgängen robust und unter Einhaltung von Nebenbedingungen wie Stellgrößenbeschränkungen zu regeln.

Inhalte

- Frequenzbereichsanalyse von Mehrgrößensystemen (MIMO)
- Zustandsregelung und Beobachterauslegung von Mehrgrößensystemen
- Optimalregelung (kontinuierlich & diskret)
- Übergang zu modellprädiktiver Regelung (MPC)

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Jan Lunze: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, digitale Regelungen. Springer Vieweg, 2021.
- Saša V. Raković; William S. Levine (Hrsg.): Handbook of Model Predictive Control. Birkhäuser, 2019.
- Liuping Wang: Model Predictive Control System Design and Implementation Using MATLAB. Springer, 2009.

Kurzporträt MET117: Moderne Methoden der Regelungstechnik

Worum geht es? In diesem Modul erweitern Sie die klassische Eingrößenregelung auf Systeme mit mehreren Ein- und Ausgängen. Sie modellieren Mehrgrößensysteme über Übertragungsfunktionsmatrizen, analysieren Pole und invariante Nullstellen, entwerfen Optimalregler in kontinuierlicher und diskreter Form und bauen darauf modellprädiktive Regler (MPC) auf, die auch Stellgrößenbeschränkungen berücksichtigen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um komplexe elektrische und mechatronische Systeme mit gekoppelten Ein- und Ausgängen robust zu regeln, etwa in Antriebssträngen, Robotik oder Prozessanlagen. Modellprädiktive Regelung ist dabei eine der zentralen modernen Methoden, um Nebenbedingungen wie Stellgrößen- oder Zustandsgrenzen systematisch im Reglerentwurf zu berücksichtigen.
Wieso ist es interessant? Viele reale Systeme lassen sich nicht auf eine einzelne Regelgröße reduzieren – ihre Größen beeinflussen sich gegenseitig. Wer verstehen möchte, wie moderne Regelungstechnik mit dieser Komplexität umgeht und wie MPC in Industrie und Forschung zum Standardwerkzeug für anspruchsvolle Regelungsaufgaben wurde, bekommt hier den methodischen Zugang.

MET118: Regelung elektrischer Antriebe

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Waldhorst	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Elmar Ahle Prof. Dr. Andreas Waldhorst
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Control of Electric Drives
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Elektrische Antriebe, Leistungselektronik, Regelungstechnik

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erklären die dynamische Modellierung von Gleich- und Drehstrommaschinen, insbesondere die systemtheoretische Beschreibung der Drehfeldmaschine mittels Raumzeigern. Sie sind in der Lage, für elektrische Antriebe Regler zu entwerfen, um ein vorgegebenes Geschwindigkeits- oder Lageprofil einzuhalten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die Modellierung der Komponenten des Antriebssystems im Zustandsraum aus den physikalischen Beziehungen und Ersatzschaltungen ableiten,
- die klassische Kaskadenregelung des Gleichstromantriebs bestimmen und in einen digitalen Algorithmus überführen,
- das Konzept der Zustandsraumdarstellung für den Regler- und Beobachterentwurf im Kontext der stromrichtergespeisten Antriebsmaschinen anwenden und dabei von Simulationswerkzeugen Gebrauch machen,
- raumzeigerbasierte Modelle für Drehfeldmaschinen erörtern und damit Regelungskonzepte für Drehzahl, Drehmoment und Position begründen,
- unterschiedliche Stromregelverfahren für Drehfeldmaschinen gegenüberstellen.

WOZU. Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse und Methoden unterstützen die Studierenden dabei, mit der rasanten Entwicklung des Fachgebietes der elektrischen Antriebstechnik Schritt zu halten. Sie befähigen sie u. a. dazu, Problemlösungen zu erarbeiten, die sich bei der praktischen Realisierung von digitalen Regel- und Beobachterstrukturen mit Mikroprozessoren oder -controllern stellen.

Inhalte

- Modellbildung: Elektrische u. mechanische Komponenten, elektrische Maschinen und Stromrichter
- Konventionelle Regelung im Frequenzbereich: Klassische Kaskadenregelung, überlagerte Positionsregelung, digitale Regelstruktur mit Mikroprozessoren
- Regelung im Zustandsraum: Zustandsraumdarstellung, (reduzierter) Zustandsbeobachter, Zustandsrückführung, Reglerentwurf durch Polvorgabe
- Beobachterentwurf für Antriebskonzepte mit Stromrichtern, Raumzeigermodulation
- Asynchronmaschine: Raumzeigermodell, Steuerverfahren, Regelungsverfahren, feldorientierte Regelung
- Stromregelverfahren für Drehstrommaschinen
- Synchronmaschine: Modellierung der anisotropen Synchronmaschine, Strom- u. Spannungseinprägung, feldorientierte Regelung

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Dierk Schröder: Elektrische Antriebe: Regelung von Antriebssystemen. Springer Vieweg, 2015.
- Andreas Binder: Elektrische Maschinen und Antriebe. Springer, 2017.
- Germar Müller; Bernd Ponick: Grundlagen elektrischer Maschinen. Wiley-VCH, 2014.
- Jan Lunze: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. Springer Vieweg, 2020.
- Jan Lunze: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, digitale Regelungen. Springer Vieweg, 2021.
- Uwe Nuß: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe. VDE Verlag, 2025.

Kurzporträt MET118: Regelung elektrischer Antriebe

Worum geht es? In diesem Modul modellieren Sie Gleich- und Drehstrommaschinen dynamisch, insbesondere die Drehfeldmaschine über Raumzeiger, und entwerfen darauf aufbauend Regler, die vorgegebene Geschwindigkeits- oder Lageprofile einhalten. Von der klassischen Kaskadenregelung über Zustandsraum- und Beobachterentwurf bis zur feldorientierten Regelung von Asynchron- und Synchronmaschinen durchlaufen Sie die zentralen Regelungskonzepte moderner Antriebstechnik.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um digitale Regel- und Beobachterstrukturen für stromrichtergespeiste Antriebe mit Mikroprozessoren oder -controllern zu realisieren – von der Werkzeugmaschine über Elektrofahrzeuge bis zu Industrierobotern. Sie versetzen in die Lage, mit der schnellen Weiterentwicklung der elektrischen Antriebstechnik Schritt zu halten und passende Regelungskonzepte begründet auszuwählen.
Wieso ist es interessant? Elektrische Antriebe sind das Herzstück der Elektromobilität, der Automatisierung und der Robotik, und ihre Leistungsfähigkeit hängt maßgeblich von der Güte der Regelung ab. Wer verstehen möchte, wie aus Raumzeigermodellen präzise, dynamische Antriebsregelungen entstehen, findet hier die theoretischen Grundlagen und den Bezug zur praktischen Implementierung.

Kernmodule Maschinenbau

Die Kernmodule Maschinenbau vertiefen Modellierung und Simulation, Engineering Design, Produktion sowie Produkt- und Prozessgestaltung auf Master-Niveau.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können komplexe maschinenbauliche Problemstellungen identifizieren, mathematisch und technisch modellieren, analysieren und in robuste Produkt-, Prozess- und Systemlösungen überführen. Sie beherrschen zentrale Methoden der höheren Mathematik, des maschinellen Lernens, der Maschinendynamik, der KI-gestützten digitalen Produktentwicklung, des Industrial Engineerings, des Advanced Manufacturing, der Fluidtechnik sowie der produktionsgerechten Produktentwicklung.

WOMIT. Die Studierenden erreichen diese Lernergebnisse, indem sie technische Systeme mathematisch beschreiben, Simulationen und Messdaten auswerten, datengetriebene und KI-basierte Methoden für Entwicklungsprozesse einsetzen, dynamische Maschinenstrukturen analysieren, Produktions- und Arbeitssysteme gestalten, fortgeschrittene Fertigungsprozesse bewerten, fluidtechnische Komponenten auslegen und Produkte unter fertigungstechnischen Randbedingungen entwickeln. Dabei wenden sie ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge auf Transferniveau an und entwickeln sie für komplexe Maschinenbauaufgaben weiter.

WOZU. Damit sind die Studierenden befähigt, anspruchsvolle Aufgaben in Entwicklung, Konstruktion, Produktion, Simulation und technischer Optimierung eigenständig zu bearbeiten. Sie können technische Entscheidungen gegenüber dem Stand der Technik einordnen, simulierte und gemessene Daten interpretieren, soziale, ökologische und rechtliche Randbedingungen berücksichtigen und Lösungen für komplexe Produkte, Prozesse und Systeme fachlich begründen und adressatengerecht vertreten.

Kurzporträt Kernmodule Maschinenbau

Worum geht es? Die Kernmodule Maschinenbau vertiefen vier Lernpfade des Bachelors auf Masterniveau: höhere Mathematik und maschinelles Lernen, Maschinendynamik und KI-gestützte digitale Produktentwicklung, Industrial Engineering und Advanced Manufacturing sowie fluidtechnische Komponenten und produktionsgerechte Produktentwicklung. Im Mittelpunkt steht dabei, maschinenbauliche Problemstellungen nicht nur zu lösen, sondern mathematisch, methodisch und datenbasiert zu durchdringen.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um anspruchsvolle Aufgaben in Entwicklung, Konstruktion, Produktion und Simulation eigenständig zu bearbeiten und technische Entscheidungen gegenüber dem Stand der Technik zu begründen. Sie bilden die fachliche Grundlage für die beiden Masterprojekte, in denen offene Fragestellungen aus Forschung oder Unternehmenspraxis bearbeitet werden.

Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie moderne Produktentwicklung und Produktion zunehmend durch Simulation, Datenanalyse und KI unterstützt werden, findet hier den Übergang vom klassischen Maschinenbau-Handwerkszeug zu forschungsnahen, methodisch fundierten Lösungsansätzen. Die Kernmodule zeigen, wie mathematische Tiefe und praktische Anwendung zusammenwirken.

MMB111: Höhere Mathematik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Georg Vossen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Georg Vossen
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Advanced Mathematics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Analysis in einer Variablen, Lineare Algebra und gewöhnliche Differenzialgleichungen

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte der mehrdimensionalen Analysis und partiellen Differenzialgleichungen nachvollziehen, Funktionen mehrerer Variablen analysieren, Ableitungen und Integrale berechnen, Extremwertprobleme lösen sowie einfache partielle Differenzialgleichungen formulieren und lösen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- an Beispielaufgaben im ingenieurwissenschaftlichen Kontext die Begriffe und Zusammenhänge identifizieren, die gelernten Rechenverfahren anwenden und Ergebnisse analysieren sowie interpretieren,
- Funktionen mehrerer Variablen mit Gradienten, Jacobi- und Hesse-Matrizen untersuchen,
- Extremwertaufgaben, mehrdimensionale Taylor-Entwicklungen sowie Bereichs-, Kurven- und Flächenintegrale berechnen,
- Methoden der Vektoranalysis und Integralsätze auf ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen anwenden,
- einfache partielle Differenzialgleichungen aus technischen Anwendungen formulieren, klassifizieren und lösen.

WOZU. um die erworbenen Kenntnisse in weiterführenden Modulen und praxisnahen Anwendungen zu nutzen, mathematische Modelle für physikalische und technische Fragestellungen zu entwickeln, Probleme systematisch zu analysieren und Lösungen selbstständig zu erarbeiten.

Inhalte

- Grundlagen mehrdimensionaler Funktionen
- Gradient, Jacobimatrix und Hesse-Matrix
- Extremwertaufgaben in mehreren Variablen
- Mehrdimensionale Taylor-Entwicklung
- Mehrdimensionale Bereichsintegrale
- Kurven- und Flächenintegrale
- Vektoranalysis und Integralsätze
- Grundlagen partieller Differenzialgleichungen
- Anwendungen partieller Differenzialgleichungen: Wärmeleitung, Transport, Wellen, Navier–Stokes, Maxwell

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2. Springer Vieweg, 2018.
- Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3. Springer Vieweg, 2016.
- Steffen Goebbels; Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden. Springer Spektrum, 2023.
- Lothar Göllmann; Martin Hülsmann; Klaus D. Kammeyer; Andreas Reif: Mathematik für Ingenieure: Verstehen, Rechnen, Anwenden, Band 2. Springer Vieweg, 2017.

Kurzporträt MMB111: Höhere Mathematik

Worum geht es? In diesem Modul erweitern Sie Ihre mathematischen Werkzeuge auf Funktionen mehrerer Variablen: Gradienten, Jacobi- und Hesse-Matrizen, mehrdimensionale Extremwert- und Taylor-Probleme, Bereichs-, Kurven- und Flächenintegrale sowie Vektoranalysis. Darauf aufbauend formulieren und lösen Sie partielle Differenzialgleichungen, wie sie bei Wärmeleitung, Transport, Wellen oder Strömungen auftreten.

Wofür braucht man es? Diese mathematischen Methoden werden in nahezu allen weiterführenden Modulen und praxisnahen Anwendungen gebraucht, um physikalische und technische Fragestellungen als Modelle zu formulieren, sie systematisch zu analysieren und eigenständig zu lösen. Sie sind die gemeinsame Sprache, in der Strömungs-, Struktur- und Feldprobleme im Maschinenbau beschrieben werden.

Wieso ist es interessant? Hinter Strömungssimulationen, Wärmeleitungsberechnungen oder Schwingungsanalysen stecken fast immer partielle Differenzialgleichungen. Wer verstehen möchte, wie aus abstrakten mathematischen Konzepten belastbare technische Modelle werden, findet hier die dafür nötige mathematische Tiefe.

MMB112: Maschinelles Lernen

Modulverantwortung	Prof. Dr. Dirk Roos	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Dirk Roos
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Machine Learning
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Analysis (ANA), Lineare Algebra und Differenzialgleichungen (LAD), Numerik (NUM), Informatik (INF), Data Science (DSC)

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen, Sätze und Methoden des maschinellen Lernens anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- an Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen, die Methoden und Techniken einüben sowie die Algorithmen am Rechner umsetzen und damit ingenieurwissenschaftliche Aufgaben lösen,
- Datensätze statistisch analysieren, aufbereiten und für Lernverfahren strukturieren,
- überwachte und unüberwachte Lernverfahren für Regression, Klassifikation, Clusteranalyse sowie Anomalieerkennung auswählen und anwenden,
- neuronale Netze, Gaußprozesse, Support Vector Machines und weitere Modelle hinsichtlich Annahmen, Leistungsfähigkeit und Grenzen vergleichen,
- Verfahren der Sensitivitätsanalyse, Dimensionsreduktion, Autoencoder und Optimierung in ingenieurwissenschaftlichen Anwendungsfällen einsetzen,
- Modelle rechnergestützt implementieren, validieren und die Ergebnisse fachlich interpretieren.

WOZU. um die erlernten Methoden in anderen Modulen des Studiums anzuwenden, Verfahren des maschinellen Lernens als allgemeines Mittel zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Aufgaben zu verinnerlichen und zu nutzen sowie numerische Methoden des maschinellen Lernens in praktischen Anwendungen anzuwenden, zu modifizieren oder neu zu entwickeln.

Inhalte

- Statistische Datenanalyse
- Neuronale Netzwerke, Gaußprozesse, Support Vector Machines
- Überwachtes Lernen (Regression und Klassifikation)
- Sensitivitätsanalyse, Dimensionsreduktion, Autoencoder
- Unüberwachtes Lernen (Cluster-Analyse, Anomalie- und Ausreißerkennung)
- Convolutional Neural Networks, Rekurrente neuronale Netzwerke
- Evolutionary computation
- Bayesian optimization
- Softwaretools und Anwendungen

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Marc Peter Deisenroth; A. Aldo Faisal; Cheng Soon Ong: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020.
- Wolfgang Ertel: Grundkurs Künstliche Intelligenz. Springer Vieweg, 2021.
- Christopher M. Bishop; Hugh Bishop: Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2024.
- Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.
- Ian Goodfellow; Yoshua Bengio; Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.
- Carl Edward Rasmussen; Christopher K. I. Williams: Gaussian Processes for Machine Learning. MIT Press, 2006.
- Ingrid Gerdes; Frank Klawonn; Rudolf Kruse: Evolutionäre Algorithmen. Vieweg, 2004.

Kurzporträt MMB112: Maschinelles Lernen

Worum geht es? In diesem Modul lernen Sie die grundlegenden Methoden des maschinellen Lernens kennen und wenden sie auf ingenieurwissenschaftliche Aufgaben an: von statistischer Datenanalyse über überwachte und unüberwachte Lernverfahren bis zu neuronalen Netzen, Gaußprozessen und Support Vector Machines. Sie implementieren die Algorithmen am Rechner, validieren sie und interpretieren die Ergebnisse fachlich.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Verfahren des maschinellen Lernens als allgemeines Werkzeug zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Aufgaben einzusetzen, zu modifizieren oder für neue Anwendungsfälle weiterzuentwickeln. Sie sind Grundlage für Module wie die KI-gestützte digitale Produktentwicklung, in denen lernende Modelle gezielt in Entwicklungsprozesse integriert werden.
Wieso ist es interessant? Maschinelles Lernen verändert, wie im Maschinenbau simuliert, ausgelegt und optimiert wird. Wer verstehen möchte, welche Annahmen und Grenzen hinter neuronalen Netzen, Gaußprozessen oder Clusterverfahren stecken, statt sie nur als fertige Werkzeuge zu nutzen, bekommt hier den methodisch fundierten Zugang dazu.

MMB113: Maschinendynamik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jaan Unger	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Machine Dynamics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Berechnungen und Messungen der Dynamik von Maschinen durchführen und diese im Sinne der Konstruktionsaufgabenstellung interpretieren und bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- mittels analytischer Ansätze Einblicke in das Schwingungsverhalten kontinuierlicher Schwinger und deren Untersuchung erhalten und mithilfe von rechnergestützten Methoden ihre Fertigkeiten auf die Beurteilung komplexerer Geometrien und Maschinen erweitern,
- Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden modellieren und deren Eigenfrequenzen, Eigenformen und Antwortverhalten bestimmen,
- kontinuierliche Schwinger analysieren und deren Relevanz für reale Maschinenstrukturen beurteilen,
- fremd- und selbsterregte Schwingungen unterscheiden, berechnen und hinsichtlich konstruktiver Auswirkungen bewerten,
- Modalanalysen und Betriebsschwingungsanalysen rechnergestützt durchführen und interpretieren.

WOZU. Um zukünftig eine Auslegung, Untersuchung und Optimierung von Konstruktionen im Hinblick auf ihre Schwingungseigenschaften vornehmen zu können.

Inhalte

- Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden
- Kontinuierliche Schwinger
- Fremd- und Selbsterregung
- Modalanalyse
- Betriebsschwingungsanalyse

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Hans Dresig; Franz Holzweißig: Maschinendynamik. Springer, 2005.
- Uwe Hollburg: Maschinendynamik. De Gruyter Oldenbourg, 2007.

Kurzporträt MMB113: Maschinendynamik

Worum geht es? In diesem Modul untersuchen Sie das Schwingungsverhalten von Maschinen: Sie modellieren Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden, analysieren kontinuierliche Schwinger, unterscheiden fremd- und selbsterregte Schwingungen und führen rechnergestützte Modal- und Betriebsschwingungsanalysen durch. Analytische Ansätze und rechnergestützte Methoden ergänzen sich dabei, um auch komplexe Geometrien beurteilen zu können.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um Konstruktionen im Hinblick auf ihre Schwingungseigenschaften auszulegen, zu untersuchen und zu optimieren – etwa um Resonanzen, unerwünschte Vibrationen oder Bauteilversagen durch Ermüdung zu vermeiden. Sie sind zentral für die Auslegung sicherer und langlebiger Maschinenstrukturen.
Wieso ist es interessant? Schwingungen entscheiden oft über Lebensdauer, Geräuschentwicklung und Sicherheit einer Maschine, sind aber nicht immer offensichtlich. Wer verstehen möchte, warum eine Maschine bei bestimmten Drehzahlen unruhig läuft oder wie man Resonanzen gezielt vermeidet, findet hier die analytischen und rechnergestützten Werkzeuge dafür.

MMB114: KI-gestützte digitale Produktentwicklung

Modulverantwortung	Prof. Dr. Norman Lupa	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Norman Lupa Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	AI-Assisted Digital Product Development
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse der Finite-Elemente-Methode, Kenntnisse in parametrischem 3D-CAD

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können KI-basierte Methoden im Simulations- und Auslegungsprozess anwenden und bewerten, um digitale Produkte datengetrieben zu analysieren, zu optimieren und geometrisch zu rekonstruieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- geeignete KI-Ansätze für Simulations- und Optimierungsaufgaben der Produktentwicklung auswählen,
- Workflows zur Kopplung von CAD, Simulation und KI strukturieren und umsetzen,
- Simulations- und Geometriedaten aufbereiten und für KI-Modelle nutzbar machen,
- netzbasierte Geometriemodelle analysieren und in parametrisierte CAD-Modelle überführen (Reverse Engineering),
- Ergebnisse kritisch interpretieren und hinsichtlich Validität, Effizienz und Grenzen reflektieren.

WOZU. um im späteren Berufs- oder Forschungsumfeld KI-gestützte Entwicklungsprozesse fundiert einsetzen, deren Potenziale realistisch einschätzen und robuste digitale Produkte entwickeln zu können.

Inhalte

- Grundlagen der KI-basierten Produktentwicklung
- Einordnung von KI in klassische CAD/CAE-basierte Entwicklungsprozesse
- Datenarten in der Produktentwicklung (Geometrie-, Simulations-, Messdaten)
- KI-gestützte Metamodelle für Simulation und Auslegung
- Kopplung von Simulation, Optimierung und KI (Workflow-Design)
- KI-basierte Design- und Parameteroptimierung
- Unsicherheiten, Validierung und Interpretierbarkeit von KI-Modellen
- Potenziale und Risiken von KI im Engineering-Kontext
- Netzbasierte Geometrierepräsentationen (Punktwolken, Polygonnetze)
- Reverse Engineering: Von der Punktwolke zum CAD-Modell
- Automatisierung und Teilautomatisierung von Reverse-Engineering-Prozessen

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Jorma Lemberg; Arndt Liebig: Polygonmodelling im Entwicklungsprozess. Springer Vieweg, 2017.
- Peter Bonitz: Freiformflächen in der rechnerunterstützten Karosseriekonstruktion und im Industriedesign. Springer, 2009.
- Christine Schöne: Reverse Engineering für Freiformflächen in Prozessketten der Produktionstechnik. Verlag Dr. Hut, 2009.
- Seidel; Overberg; Cremanns: KI in der Produktentwicklung. CADFEM, 2025.

Kurzporträt MMB114: KI-gestützte digitale Produktentwicklung

Worum geht es? In diesem Modul verbinden Sie KI-Methoden mit klassischen CAD/CAE-Entwicklungsprozessen: Sie koppeln Simulation, Optimierung und KI-basierte Metamodelle zu durchgängigen Workflows und rekonstruieren aus Punktwolken oder Polygonnetzen mittels Reverse Engineering parametrisierte CAD-Modelle. Dabei reflektieren Sie Validität, Effizienz und Grenzen der eingesetzten KI-Modelle kritisch.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um digitale Produkte datengetrieben zu analysieren, zu optimieren und geometrisch zu rekonstruieren, etwa wenn reale Bauteile ohne CAD-Daten in digitale Entwicklungsprozesse überführt werden müssen. Sie versetzen in die Lage, KI-gestützte Entwicklungsprozesse fundiert einzusetzen und ihre Potenziale realistisch einzuschätzen.
Wieso ist es interessant? Die digitale Produktentwicklung steht an einem Umbruch, an dem klassische CAD/CAE-Werkzeuge zunehmend mit KI-Methoden verschmelzen. Wer verstehen möchte, wie aus Punktwolken automatisiert nutzbare CAD-Modelle entstehen oder wie KI Simulationsprozesse beschleunigt, findet hier einen Einblick in eine der dynamischsten Entwicklungen im Engineering.

MMB115: Industrial Engineering

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Industrial Engineering
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Produktionsmanagement, Fertigungsverfahren, Robotik

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können komplexe soziotechnische Arbeitssysteme analysieren, gestalten und hinsichtlich Qualität, Effizienz und Ergonomie mit Methoden des Industrial Engineerings strukturiert optimieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- soziotechnische Systeme modellieren (z. B. Aufgaben-, Struktur- und Prozessanalyse),
- arbeitswissenschaftliche Methoden einsetzen (Belastung/Beanspruchung, ergonomische Bewertung, Arbeitsgestaltung),
- Zeitaufnahmen und Ablaufanalysen mit MTM und REFA durchführen,
- Qualitätsmanagementsysteme nach ISO 9001 interpretieren und anwenden,
- Werkzeuge des Six Sigma (DMAIC, Statistik, Prozessfähigkeiten) einsetzen,
- Instrumente zur Qualitätsplanung und -sicherung (FMEA, SPC) anwenden,
- Inhalte des DGQ-QMjunior in Fallstudien umsetzen,
- Gesamtsysteme bewerten und Optimierungsmaßnahmen begründen (Effizienz, Qualität, Arbeitsbedingungen).

WOZU. damit die Studierenden industrielle Produktions- und Dienstleistungssysteme ganzheitlich gestalten können, die sowohl technisch effizient als auch ergonomisch, qualitativ stabil und sozial tragfähig sind.

Inhalte

- Einführung Industrial Engineering (IE)
- Soziotechnische Systemgestaltung
- Arbeitswissenschaftliche Grundlagen
- Ergonomie in Produktionssystemen
- Zeitwirtschaft: MTM
- Zeitwirtschaft: REFA
- Gestaltung wandlungsfähiger Arbeitssysteme
- Qualitätsmanagementsysteme (QMS)
- Statische Prozesskontrolle (SPC)
- Sig Sigma: Grundlagen und DMAIC
- Sig Sigma: Werkzeuge und Fallstudien
- DGQ – Inhalte und Praxisanwendung
- Aktueller Forschungsstand und Trends
- Gestaltung eines soziotechnischen Systems

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Schriftliche Ausarbeitung mit mündlicher Prüfung (30 Minuten); Umfang und Abgabemodalitäten der schriftlichen Ausarbeitung werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

- Holger Luczak; Walter Volpert (Hrsg.): Arbeitswissenschaft. Springer Vieweg, 2011.
- Roger Schick; Michael Schick: Industrial Engineering: Methoden und Anwendungen. Hanser, 2014.
- Mikel J. Harry; Richard Schroeder: Six Sigma: die Erfolgsstrategie für fehlerfreie Prozesse. Hanser, 2000.

Kurzporträt MMB115: Industrial Engineering

Worum geht es? In diesem Modul analysieren und gestalten Sie soziotechnische Arbeitssysteme mit den Methoden des Industrial Engineerings: Zeitwirtschaft mit MTM und REFA, Qualitätsmanagement nach ISO 9001, Six-Sigma-Werkzeuge wie DMAIC und SPC sowie Ansätze der Arbeitswissenschaft und Ergonomie. Am Ende bewerten und optimieren Sie ein Gesamtsystem hinsichtlich Effizienz, Qualität und Arbeitsbedingungen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um industrielle Produktions- und Dienstleistungssysteme ganzheitlich zu gestalten, die technisch effizient, qualitativ stabil und zugleich ergonomisch und sozial tragfähig sind. Sie verbinden technische Prozessoptimierung mit dem Blick auf die Menschen, die in diesen Systemen arbeiten.
Wieso ist es interessant? Effiziente Produktion ist nicht nur eine Frage der Technik, sondern auch der Arbeitsgestaltung und Qualitätssicherung. Wer verstehen möchte, wie Unternehmen mit MTM, Six Sigma und modernen Qualitätsmanagementsystemen gleichzeitig produktiver und menschengerechter werden, findet hier einen praxisnahen Zugang zu diesem Spannungsfeld.

MMB116: Advanced Manufacturing

Modulverantwortung	Prof. Dr. Markus Lake	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Markus Lake
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Advanced Manufacturing
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Für das Modul „Advanced Manufacturing“ sind Kenntnisse in dem Bereich Produktionsmanagement, Fertigungsverfahren und Werkstoffkunde empfohlen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einen durchgängigen, datenbasierten Entwicklungs- und Bewertungsworkflow für ein Advanced Manufacturing-System (von additiver Fertigung über Oberflächentechnik bis Ressourceneffizienz) konzipieren, anwenden und hinsichtlich Qualität und Nachhaltigkeit fundiert beurteilen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- ein reales oder realistisches Bauteil auswählen und dafür eine geeignete Advanced Manufacturing-Prozesskette (AM, ggf. Hybrid, Oberflächentechnik) entwerfen,
- für ausgewählte Prozessschritte (z. B. AM-Build, Beschichtung, Energieeinsatz) relevante Prozess- und Qualitätsdaten systematisch erheben, strukturieren und auswerten,
- auf Basis von Prozesssimulation/-überwachung und Schichtanalytik kritische Einflussgrößen auf Bauteilqualität und Zuverlässigkeit identifizieren,
- mit einfachen LCA-/CO -Metriken sowie Ressourcenkennzahlen die Prozesskette energetisch und ressourcenbezogen bewerten,
- die Ergebnisse in Form einer kurzen, publikationsähnlichen technischen Dokumentation mit nachvollziehbarem Datenmanagement (FAIR-orientiert) und adressierten IP-/Transferaspekten aufbereiten.

WOZU. um später in Industrie- und Forschungsprojekten komplexe, datengestützte Produktionsprozesse nicht nur technisch umzusetzen, sondern auch hinsichtlich Qualitätssicherung und Nachhaltigkeit eigenverantwortlich zu gestalten und weiterzuentwickeln.

Inhalte

- Prozessketten entwerfen, Daten systematisch erheben und auswerten, Nachhaltigkeitsbewertungen auf Basis der prozessrelevanten Ressourcen durchführen, Erstellung von Dokumentationen nach dem FAIR-Prinzip

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Bericht mit mündlicher Prüfung: schriftliche Ausarbeitung und mündliche Prüfung (30 Minuten); Umfang und Abgabemodalitäten der schriftlichen Ausarbeitung werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

- Ian Gibson; David Rosen; Brent Stucker; Mahyar Khorasani: Additive Manufacturing Technologies. Springer, 2021.
- Andreas Gebhardt; Julia Kessler; Laura Thurn: 3D-Drucken: Grundlagen und Anwendungen des Additive Manufacturing. Hanser, 2021.
- Serope Kalpakjian; Steven R. Schmid: Manufacturing Engineering and Technology. Pearson, 2020.
- Sami Chatti; Tullio Tolio; CIRP (Hrsg.): CIRP Encyclopedia of Production Engineering. Springer, 2019.
- ISO/ASTM: ISO/ASTM 52900:2021 Additive manufacturing - General principles - Fundamentals and vocabulary. ISO/ASTM, 2021.

Kurzporträt MMB116: Advanced Manufacturing

Worum geht es? In diesem Modul entwerfen Sie für ein reales Bauteil eine passende Advanced-Manufacturing-Prozesskette, etwa additive Fertigung kombiniert mit Oberflächentechnik, und erheben systematisch Prozess- und Qualitätsdaten entlang dieser Kette. Mit Prozesssimulation, Schichtanalytik und einfachen LCA-/CO -Metriken bewerten Sie die Prozesskette hinsichtlich Bauteilqualität, Zuverlässigkeit und Ressourcenverbrauch und dokumentieren die Ergebnisse FAIR-orientiert.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um datengestützte Produktionsprozesse in Industrie und Forschung nicht nur technisch umzusetzen, sondern auch hinsichtlich Qualitätssicherung und Nachhaltigkeit eigenverantwortlich zu gestalten und weiterzuentwickeln. Sie verbinden moderne Fertigungsverfahren mit den Anforderungen an Dokumentation, Datenmanagement und Ressourcenschonung.

Wieso ist es interessant? Additive Fertigung und andere fortschrittliche Herstellverfahren verändern, wie Bauteile entworfen und produziert werden, werfen aber neue Fragen zu Qualität, Nachhaltigkeit und Datenmanagement auf. Wer verstehen möchte, wie man diese neuen Verfahren nicht nur beherrscht, sondern auch wissenschaftlich fundiert bewertet und dokumentiert, findet hier den passenden Rahmen.

MMB117: Fluidtechnische Komponenten und Systeme

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Hoppermann	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Hoppermann
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Fluid Power Components and Systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können in Bezug auf fluidtechnische Komponenten und Systeme grundlegende fluidtechnische Wirkmechanismen umreißen und interpretieren, elementare Wirkstrukturen gegenüberstellen, funktional differenzierte Baustrukturen analysieren und berechnen, grundlegende Strukturen fluidischer Kreisläufe identifizieren, geeignete Komponenten auswählen und Energieversorgungssysteme analysieren und berechnen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Entwurfsaufgaben in Teilaufgaben strukturieren, geeignete Komponenten auswählen sowie die Eigenschaften der motorischen, generatorischen und konduktiven Konstruktionselemente errechnen und vergleichen.

WOZU. um zukünftig befähigt zu sein, fluidisch basierte Antriebsstränge zu erstellen, dazu Normteile und Katalogware eigenständig auszuwählen, Anforderungen an Sonderausführungen zu formulieren, Optimierungen an Entwürfen vorzunehmen, funktionale Subsysteme zu synthetisieren und Leistungsbilanzen des Gesamtsystems inklusive der Antriebsstränge zu überprüfen.

Inhalte

- Theoretische Grundlagen,
- Druckflüssigkeiten, Schmierstoffe und Fluidpflege,
- Verdrängereinheiten,
- Ventile,
- periphere Systemkomponenten,
- hydraulische Steuerungen und Systeme

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Katharina Schmitz: Fluidtechnik: Systeme und Komponenten. Shaker Verlag, 2022.
- Herbert J. Matthies; Karl Th. Renius: Einführung in die Ölhydraulik. Springer, 2021.
- Norbert Gebhardt; Jürgen Weber: Hydraulik: Fluid-Mechatronik. Springer, 2020.
- Hubertus Murrenhoff; Lutz Eckstein: Fluidtechnik für mobile Anwendungen. Shaker Verlag, 2014.

Kurzporträt MMB117: Fluidtechnische Komponenten und Systeme

Worum geht es? In diesem Modul geht es um fluidtechnische Komponenten und Systeme: von Druckflüssigkeiten und Verdrängereinheiten über Ventile bis zu kompletten hydraulischen Steuerungen. Sie strukturieren Entwurfsaufgaben in Teilaufgaben, wählen geeignete Komponenten aus und berechnen und vergleichen die Eigenschaften motorischer, generatorischer und konduktiver Konstruktionselemente.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um fluidisch basierte Antriebsstränge zu entwerfen, Normteile und Katalogware eigenständig auszuwählen, Sonderausführungen zu spezifizieren und die Leistungsbilanz eines Gesamtsystems einschließlich seiner Antriebsstränge zu überprüfen. Sie sind grundlegend für mobile Arbeitsmaschinen, Produktionsanlagen und viele hydraulisch angetriebene Systeme.
Wieso ist es interessant? Hydraulische Systeme ermöglichen enorme Kräfte auf kleinem Bauraum und stecken in Baggern, Pressen und Produktionsanlagen gleichermaßen. Wer verstehen möchte, wie aus einzelnen Ventilen, Pumpen und Zylindern ein zuverlässiger, leistungsfähiger Antriebsstrang entsteht, findet hier den systematischen Einstieg.

MMB118: Produktionsgerechte Produktentwicklung

Modulverantwortung	Prof. Dr. Michael Heber	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Michael Heber
Verwendbarkeit	Master Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Design for Manufacturing
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verstehen, wie sie bereits während des Produktentwicklungsprozesses inhaltlich und methodisch die späteren Fertigungsprozesse festlegen und berücksichtigen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Produktionsmittel, z. B. Spritzgießwerkzeuge, exemplarisch entwickeln und die daraus entstehenden Rückwirkungen auf die Produktgestaltung berücksichtigen,
- Werkstoffe vertieft auswählen und deren Eignung für Produktfunktion und Fertigungsprozess bewerten,
- Zielkonflikte zwischen Fertigungstoleranzen und funktional erforderlichen Toleranzen analysieren,
- Simulationen von Fertigungsprozessen einsetzen, um Bauteilkonturen und Prozessbedingungen fertigungsgerecht zu optimieren.

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um funktionale Produkte zu entwickeln, die gleichzeitig in stabilen Produktionsprozessen kostengünstig gefertigt werden können.

Inhalte

- Konstruktion von Produktionshilfsmitteln:
- Konstruktion formgebender Werkzeuge
- Prozesssimulation des Spritzgießens zur Eigenschaftsvorhersage und Optimierung des Fertigungsprozesses
- Toleranzen
- Konstruktionsaufgaben von Bauteilen unter Berücksichtigung des Produktionsequipments und der Fertigungskosten.

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- DIN ISO: DIN ISO 20457: Kunststoff-Formteile: Toleranzen und Abnahmebedingungen. Beuth Verlag, 2019.
- Christian Hopmann; Georg Menges; Walter Michaeli; Paul Mohren: Spritzgießwerkzeuge. Hanser, 2018.
- Wolfgang Jaroschek: Spritzgussteile konstruieren für Praktiker. Hanser, 2022.

Kurzporträt MMB118: Produktionsgerechte Produktentwicklung

Worum geht es? In diesem Modul lernen Sie, bereits während der Produktentwicklung die spätere Fertigung mitzudenken: Sie entwickeln exemplarisch Produktionsmittel wie Spritzgießwerkzeuge, wählen Werkstoffe im Hinblick auf Produktfunktion und Fertigungsprozess aus, analysieren Zielkonflikte zwischen Fertigungs- und Funktionstoleranzen und setzen Fertigungssimulationen zur Optimierung von Bauteilkontur und Prozessbedingungen ein.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um funktionale Produkte zu entwickeln, die sich zugleich in stabilen Produktionsprozessen kostengünstig fertigen lassen, statt Konstruktion und Fertigung getrennt zu betrachten. Sie verhindern teure Nacharbeiten, die entstehen, wenn Fertigungsaspekte erst nach Abschluss der Konstruktion berücksichtigt werden.
Wieso ist es interessant? Viele Produktprobleme entstehen nicht in der Fertigung selbst, sondern durch Konstruktionsentscheidungen, die die Fertigung nicht mitgedacht haben. Wer verstehen möchte, wie Werkzeug- und Prozesssimulation schon in der Entwurfsphase teure Fehler vermeiden, findet hier den Blick über den Tellerrand der reinen Konstruktion.

Kernmodule Mechatronik und Robotik

Die Kernmodule Mechatronik und Robotik bilden den profilgebenden Robotik-Bereich ab und ergänzen die interdisziplinäre Masterplattform.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können komplexe mechatronische und robotische Systeme interdisziplinär analysieren, modellieren, entwickeln, implementieren und bewerten. Sie beherrschen zentrale Methoden der industriellen und mobilen Robotik, der Robotiksoftware, eingebetteter Systeme, der Regelungstechnik, elektrischer Antriebe, Maschinendynamik, KI-gestützter Produktentwicklung, Produktion und Advanced Manufacturing.

WOMIT. Die Studierenden erreichen diese Lernergebnisse, indem sie Robotiksysteme für industrielle, mobile und kollaborative Anwendungen planen, konfigurieren und programmieren, Robotiksoftware-Architekturen mit ROS/ROS2, Simulation und KI-Methoden einsetzen, eingebettete Hardware-/Software-Systeme entwerfen, regelungstechnische Verfahren anwenden, elektrische Antriebe modellieren, mechanische Dynamik analysieren sowie digitale Entwicklungs- und Fertigungsprozesse bewerten. Dabei verknüpfen sie Methoden aus Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik zu tragfähigen mechatronischen Gesamtlösungen.

WOZU. Damit sind die Studierenden befähigt, robotische und mechatronische Systeme in Forschung, Entwicklung und industrieller Anwendung eigenständig zu gestalten, zu integrieren, zu testen und fachlich zu begründen. Sie können technische Lösungen gegenüber dem Stand der Technik einordnen, simulierte und gemessene Daten interpretieren, Sicherheits-, Nachhaltigkeits- und Integrationsaspekte berücksichtigen und ihre Ergebnisse in interdisziplinären Teams nachvollziehbar vertreten.

Kurzporträt Kernmodule Mechatronik und Robotik

Worum geht es? Die Kernmodule Mechatronik und Robotik bilden den profilgebenden Robotik-Bereich der Masterplattform: Sie planen, konfigurieren und programmieren Robotiksysteme für industrielle, mobile und kollaborative Anwendungen und setzen dafür moderne Robotiksoftware-Architekturen mit ROS/ROS2, Simulation und KI-Methoden ein. Beide Module sind interdisziplinär angelegt und verbinden Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik zu tragfähigen Gesamtlösungen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um robotische und mechatronische Systeme in Forschung, Entwicklung und industrieller Anwendung eigenständig zu gestalten, zu integrieren, zu testen und gegenüber dem Stand der Technik einzuordnen. Sie sind zentral für alle Aufgaben, in denen Roboter sicher und effizient in reale Produktions- oder Serviceumgebungen eingebunden werden müssen.
Wieso ist es interessant? Robotik ist eine der sichtbarsten und am schnellsten wachsenden Disziplinen im Maschinenbau und der Elektrotechnik, von der Industrie bis zu mobilen und kollaborativen Anwendungen. Wer verstehen möchte, wie moderne Robotersysteme nicht nur mechanisch, sondern auch softwareseitig mit ROS und KI-Methoden zum Leben erweckt werden, findet hier den profilgebenden Kern des Studiengangs.

MMT111: Anwendung der Robotik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Applications of Robotics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Robotik, kollaborierende Robotik, Sensorik

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Robotiksysteme in verschiedenen industriellen und mobilen Anwendungen eigenständig planen, konfigurieren, programmieren und hinsichtlich Effizienz, Sicherheit und Integration in bestehende Prozesse evaluieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Robotiklösungen für unterschiedliche Anwendungsfelder entwerfen (z. B. Werkzeugmaschinen, Schweißen/Beschichten, Logistik, Handhabung, Assistenz, mobile Robotik),
- praktische Roboterprogrammierung und Steuerung (stationär und mobil) durchführen,
- Sicherheits- und Kollaborationsaspekte in der Systemgestaltung berücksichtigen,
- Schnittstellen zu Peripheriesystemen (SPS, Sensorik, Aktorik, MES) implementieren,
- Prozesssimulationen, Optimierungen und Testläufe durchführen,
- Ergebnisse dokumentieren, bewerten und kritisch reflektieren.

WOZU. damit die Studierenden die Kenntnisse aus Robotik und kollaborierender Robotik in praxisnahen, interdisziplinären Projekten anwenden und so die Fähigkeit entwickeln, Roboterlösungen in realen industriellen und mobilen Szenarien zu planen und umzusetzen.

Inhalte

- Einführung und Überblick in Anwendungen der Robotik
- Systemintegration und Schnittstellen
- Robotik in der Werkzeugmaschinenindustrie
- Robotik in Schweiß- und Beschichtungsprozessen
- Robotik in Logistik und Materialfluss
- Handhabung und Montagesysteme
- Assistenzroboter
- Mobile Roboter: Grundlagen und Plattform
- Mobile Roboter: Anwendungen und Steuerungen
- Sicherheitsanalysen und Gefährdungsbeurteilungen
- Prozesssimulation und digitaler Zwilling der Robotik
- Projektarbeit, Präsentation und Reflexion

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Schriftliche Ausarbeitung mit mündlicher Prüfung (30 Minuten); Umfang und Abgabemodalitäten der schriftlichen Ausarbeitung werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

- Bruno Siciliano; Oussama Khatib (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics. Springer, 2016.
- Peter Corke: Robotics, Vision and Control. Springer, 2017.
- Roland Siegwart; Illah R. Nourbakhsh; Davide Scaramuzza: Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2011.

Kurzporträt MMT111: Anwendung der Robotik

Worum geht es? In diesem Modul planen, programmieren und evaluieren Sie Robotiklösungen für konkrete industrielle und mobile Anwendungsfelder: von Werkzeugmaschinen über Schweiß- und Beschichtungsprozesse, Logistik und Handhabung bis zu Assistenz- und mobilen Robotern. Dabei berücksichtigen Sie Sicherheits- und Kollaborationsaspekte, implementieren Schnittstellen zu Peripheriesystemen und nutzen Prozesssimulation und digitalen Zwilling zur Optimierung.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Kenntnisse aus Robotik und kollaborierender Robotik in praxisnahen, interdisziplinären Projekten anzuwenden und Roboterlösungen in realen industriellen und mobilen Szenarien zu planen und umzusetzen. Sie sind unverzichtbar, wenn Robotik nicht im Labor bleiben, sondern in reale Produktions- oder Serviceprozesse integriert werden soll.
Wieso ist es interessant? Ob autonome Transportroboter, kollaborative Montagearme oder mobile Assistenzsysteme – der Erfolg hängt oft weniger von der Mechanik als von der durchdachten Integration in bestehende Prozesse ab. Wer verstehen möchte, wie aus einem Roboter im Labor eine funktionierende Lösung für ein reales industrielles Szenario wird, findet hier den anwendungsorientierten Zugang.

MMT112: Software in der Robotik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Software in Robotics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Robotik, kollaborierende Robotik, Sensorik

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Robotiksoftware-Architekturen anwenden und planen, Robotiksysteme mit ROS und KI-Methoden nutzen sowie proprietäre und offene Softwarelösungen kritisch bewerten und in praxisnahen Szenarien anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Robotiksoftware-Frameworks, insbesondere ROS/ROS2, konfigurieren und nutzen,
- Roboteranwendungen mit künstlicher Intelligenz (z. B. Wahrnehmung, Objekterkennung, Bewegungsplanung, Reinforcement Learning) entwickeln,
- virtuelle Lernmodelle (VLMs) erstellen und trainieren,
- Schnittstellen zu Hardware, Sensorik und Aktorik implementieren,
- Open-Source-Software und proprietäre Software hinsichtlich Funktionalität, Flexibilität und Kosten vergleichen,
- Simulationstools (bspw. RViz) für Tests und Validierung verwenden,
- Ergebnisse dokumentieren, evaluieren und optimieren.

WOZU. damit die Studierenden in die Lage versetzt werden, moderne Robotiksoftware professionell einzusetzen, KI-gestützte Robotiksysteme zu implementieren und innovative Softwarelösungen für industrielle, mobile und kollaborative Roboter praxisnah zu bewerten.

Inhalte

- Einführung in Robotersoftware
- Einführung in ROS / ROS2
- Kommunikation und Middleware
- Robotersimulation und Visualisierung
- KI-Methoden in der Robotik
- Virtuelle Lernmodelle
- Bewegungsplanung und Navigation
- Wahrnehmung und Sensorfusion
- Datenmanagement und Logging
- Proprietäre Softwarelösungen
- Softwaresicherheit in der Robotik
- Projektarbeit, Präsentation und Reflexion

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Schriftliche Ausarbeitung mit mündlicher Prüfung (30 Minuten); Umfang und Abgabemodalitäten der schriftlichen Ausarbeitung werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

- Morgan Quigley; Brian Gerkey; William D. Smart: Programming Robots with ROS. O'Reilly Media, 2015.
- Anis Koubaa (Hrsg.): Robot Operating System (ROS): The Complete Reference, Volume 1. Springer, 2016.
- Sebastian Thrun; Wolfram Burgard; Dieter Fox: Probabilistic Robotics. MIT Press, 2005.
- Bruno Siciliano; Oussama Khatib (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics. Springer, 2016.

Kurzporträt MMT112: Software in der Robotik

Worum geht es? In diesem Modul steht die Software hinter modernen Robotersystemen im Mittelpunkt: Sie konfigurieren und nutzen Robotiksoftware-Frameworks wie ROS/ROS2, entwickeln KI-gestützte Roboteranwendungen für Wahrnehmung, Objekterkennung, Bewegungsplanung oder Reinforcement Learning und erstellen virtuelle Lernmodelle. Simulationstools wie RViz unterstützen Sie dabei, Lösungen zu testen und zu validieren, bevor sie auf echter Hardware laufen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um moderne Robotiksoftware professionell einzusetzen, KI-gestützte Robotiksysteme zu implementieren und Open-Source- sowie proprietäre Softwarelösungen für industrielle, mobile und kollaborative Roboter fundiert zu bewerten. Sie sind die softwareseitige Ergänzung zur mechanischen und regelungstechnischen Auslegung von Robotersystemen.
Wieso ist es interessant? Die Leistungsfähigkeit heutiger Roboter hängt maßgeblich von der Software ab, die Wahrnehmung, Planung und Steuerung miteinander verbindet. Wer verstehen möchte, wie ROS/ROS2 zum De-facto-Standard der Robotiksoftware wurde und wie KI-Methoden Robotern neue Fähigkeiten wie Objekterkennung oder autonomes Lernen verleihen, findet hier den praxisnahen Einstieg.

Projekte und Abschluss

Die Projekt- und Abschlussphase überträgt die im Studium erworbenen fachlichen, methodischen und wissenschaftlichen Kompetenzen auf offene ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen. In zwei Masterprojekten entwickeln die Studierenden Forschungs- oder Entwicklungsfragen, planen das methodische Vorgehen, dokumentieren Daten, Code und Ergebnisse reproduzierbar und vertreten ihre Ergebnisse schriftlich sowie mündlich. Die Masterarbeit mit Kolloquium schließt das Studium ab und weist die selbstständige Bearbeitung einer anspruchsvollen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellung nach.

Kurzporträt Projekte und Abschluss

Worum geht es? In den beiden Masterprojekten und der Masterarbeit bearbeiten Sie offene Forschungs- oder Entwicklungsfragen nach wissenschaftlichen Standards: von Literaturrecherche, Methodenwahl, Experiment, Simulation oder Prototyping über reproduzierbare Dokumentation bis zur schriftlichen Ausarbeitung und mündlichen Verteidigung vor Fachpublikum.
Wofür braucht man es? Diese Phase bereitet auf Forschungs-, Innovations- und Technologieprojekte sowie auf anspruchsvolle Berufspraxis vor. Sie zeigt, dass komplexe ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen eigenständig geplant, bearbeitet, ausgewertet und wissenschaftlich fundiert kommuniziert werden können.
Wieso ist es interessant? Anders als in vielen Modulen bearbeiten Sie hier keine eng vorgegebene Aufgabe, sondern entwickeln und verfolgen eigene Fragestellungen über längere Zeiträume. Am Ende steht ein sichtbares Ergebnis, das methodische Tiefe, fachliche Selbstständigkeit und wissenschaftliche Kommunikation bündelt.

MMP201: Masterprojekt 1

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Alle Lehrenden des Studiengangs
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	10 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 4 S	**Engl. Titel**	Master Project 1
Workload	• Präsenz: 90 Std. • Selbst: 180 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können ein ingenieurwissenschaftliches Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekt wissenschaftlich fundiert planen, durchführen, auswerten und nachvollziehbar kommunizieren, um eine klar definierte Forschungsfrage zu beantworten bzw. eine Lösung evidenzbasiert zu bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- aus einer Problemstellung Forschungsfrage(n) (ggf. Hypothesen) ableiten, Ziele/Abgrenzung festlegen und ein kurzes Studien-/Arbeitsprotokoll erstellen,
- den Stand der Technik durch systematische Literaturrecherche (wissenschaftliche Paper, Datenbanken) erschließen und eine Related-Work-Synthese formulieren,
- geeignete wissenschaftliche Methoden auswählen und begründen (z. B. Experimentdesign, Mess-/Benchmark-Setup, Modellbildung, Simulation, Prototyping),
- eine Lösung/Untersuchung implementieren bzw. durchführen und Daten/Ergebnisse strukturiert erfassen,
- Ergebnisse analysieren und evaluieren (z. B. Metriken, Validität, Unsicherheiten, Limitationen; Vergleich zu Baselines/Referenzen),
- die Arbeit reproduzierbar dokumentieren (Versionsverwaltung, Versuchsprotokolle/Lab-Notebook, Datenmanagement, Quellen- und Zitationspraxis),
- einen wissenschaftlichen Bericht im Paper-Stil verfassen (z. B. IMRaD-Struktur) und iterativ verbessern (Peer-Review-Schleifen),
- die Ergebnisse auf Englisch im Stil eines Konferenzbeitrags präsentieren (Talk und/oder Poster) und im Q&A fachlich verteidigen.

WOZU. um später in F&E-, Innovations- und Technologieprojekten evidenzbasierte Entscheidungen treffen und Ergebnisse professionell nach wissenschaftlichen Standards vertreten zu können.

Inhalte

- Research Question & Scoping, Literaturarbeit, Methodenwahl & Validität
- Experiment/Prototype/Simulation/Benchmarking (projektabhängig)
- Wissenschaftliches Schreiben (Englisch), Peer Review, Konferenzpräsentation (Englisch)
- Reproduzierbarkeit, Data/Code Management, wissenschaftliche Redlichkeit

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Studien-/Projektarbeit in Form aktiver Projektteilnahme, wissenschaftlicher Hausarbeit bzw. schriftlichem Bericht und Fachgespräch; Umfang, Bearbeitungszeit und Abgabemodalitäten werden zu Beginn des Projekts bekanntgegeben.

Literatur

- Literatur, technische Dokumentation, Standards und Spezifikationen werden abhängig von den konkreten Inhalten durch die Lehrperson bekanntgegeben.

Kurzporträt MMP201: Masterprojekt 1

Worum geht es? In diesem ersten Masterprojekt entwickeln Sie aus einer offenen Problemstellung eine eigene Forschungsfrage: Sie erschließen den Stand der Technik durch systematische Literaturrecherche, wählen geeignete wissenschaftliche Methoden wie Experimentdesign, Modellbildung oder Prototyping aus und setzen diese um, um erste belastbare Ergebnisse zu erzielen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um ein Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben von der ersten Idee bis zu einem strukturierten, reproduzierbar dokumentierten Ergebnis zu führen. Sie legen damit die inhaltliche und methodische Grundlage, auf der im zweiten Masterprojekt aufgebaut oder eine neue vertiefende Fragestellung bearbeitet wird.
Wieso ist es interessant? Hier entscheiden Sie erstmals im Studium selbst, welche Frage Sie bearbeiten und wie Sie methodisch vorgehen. Wer erfahren möchte, wie sich eine vage Idee zu einer sauber begründeten Forschungsfrage mit belastbarem methodischem Vorgehen entwickelt, findet hier den Einstieg in eigenständige wissenschaftliche Arbeit.

MMP202: Masterprojekt 2

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Alle Lehrenden des Studiengangs
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	10 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 4 S	**Engl. Titel**	Master Project 2
Workload	• Präsenz: 90 Std. • Selbst: 180 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können ein ingenieurwissenschaftliches Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekt wissenschaftlich fundiert planen, durchführen, auswerten und nachvollziehbar kommunizieren, um eine klar definierte Forschungsfrage zu beantworten bzw. eine Lösung evidenzbasiert zu bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- aus einer Problemstellung Forschungsfrage(n) (ggf. Hypothesen) ableiten, Ziele/Abgrenzung festlegen und ein kurzes Studien-/Arbeitsprotokoll erstellen,
- den Stand der Technik durch systematische Literaturrecherche (wissenschaftliche Paper, Datenbanken) erschließen und eine Related-Work-Synthese formulieren,
- geeignete wissenschaftliche Methoden auswählen und begründen (z. B. Experimentdesign, Mess-/Benchmark-Setup, Modellbildung, Simulation, Prototyping),
- eine Lösung/Untersuchung implementieren bzw. durchführen und Daten/Ergebnisse strukturiert erfassen,
- Ergebnisse analysieren und evaluieren (z. B. Metriken, Validität, Unsicherheiten, Limitationen; Vergleich zu Baselines/Referenzen),
- die Arbeit reproduzierbar dokumentieren (Versionsverwaltung, Versuchsprotokolle/Lab-Notebook, Datenmanagement, Quellen- und Zitationspraxis),
- einen wissenschaftlichen Bericht im Paper-Stil verfassen (z. B. IMRaD-Struktur) und iterativ verbessern (Peer-Review-Schleifen),
- die Ergebnisse auf Englisch im Stil eines Konferenzbeitrags präsentieren (Talk und/oder Poster) und im Q&A fachlich verteidigen.

WOZU. um später in F&E-, Innovations- und Technologieprojekten evidenzbasierte Entscheidungen treffen und Ergebnisse professionell nach wissenschaftlichen Standards vertreten zu können.

Inhalte

- Research Question & Scoping, Literaturarbeit, Methodenwahl & Validität
- Experiment/Prototype/Simulation/Benchmarking (projektabhängig)
- Wissenschaftliches Schreiben (Englisch), Peer Review, Konferenzpräsentation (Englisch)
- Reproduzierbarkeit, Data/Code Management, wissenschaftliche Redlichkeit

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Studien-/Projektarbeit in Form aktiver Projektteilnahme, wissenschaftlicher Hausarbeit bzw. schriftlichem Bericht und Fachgespräch; Umfang, Bearbeitungszeit und Abgabemodalitäten werden zu Beginn des Projekts bekanntgegeben.

Literatur

- Literatur, technische Dokumentation, Standards und Spezifikationen werden abhängig von den konkreten Inhalten durch die Lehrperson bekanntgegeben.

Kurzporträt MMP202: Masterprojekt 2

Worum geht es? In diesem zweiten Masterprojekt vertiefen oder erweitern Sie Ihre Forschungs- oder Entwicklungsfrage: Sie führen Experimente, Simulationen oder Implementierungen zu Ende, evaluieren die Ergebnisse kritisch anhand von Metriken, Validität und Limitationen und verfassen einen wissenschaftlichen Bericht im Paper-Stil, den Sie auf Englisch im Konferenzformat präsentieren und verteidigen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um ein Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben bis zu einem belastbaren, wissenschaftlich vertretbaren Abschluss zu führen und die eigenen Ergebnisse im fachlichen Diskurs zu verteidigen. Sie bereiten damit unmittelbar auf die Anforderungen der Masterarbeit vor.
Wieso ist es interessant? Am Ende dieses Projekts steht ein Ergebnis, das Sie in Form und Anspruch mit einem wissenschaftlichen Konferenzbeitrag vergleichen können. Wer erleben möchte, wie es sich anfühlt, eigene Forschungsergebnisse vor Fachpublikum zu präsentieren und im Fachgespräch zu vertreten, findet hier die passende Gelegenheit dazu.

MMA301: Masterarbeit mit Kolloquium

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Alle Lehrenden des Studiengangs
Verwendbarkeit	Master Elektrotechnik Master Maschinenbau Master Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	30 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Master's Thesis and Colloquium
Workload	• Präsenz: 0 Std. • Selbst: 900 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden sind in der Lage, eine komplexe, anwendungsbezogene Fragestellung aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften eigenständig und mit wissenschaftlicher Tiefe zu bearbeiten. Sie demonstrieren ihre Fähigkeit, fortgeschrittene Kenntnisse zu integrieren, sich in innovative Themen einzuarbeiten und fundierte Lösungsvorschläge zu entwickeln. Darüber hinaus sind sie befähigt, ihre Ergebnisse in klarer, strukturierter und wissenschaftlich adäquater Form zu präsentieren und zu reflektieren.

WOMIT. Sie bearbeiten eine eigenständige Masterarbeit zu einem selbstgewählten Thema innerhalb eines festgelegten Zeitrahmens, nutzen dabei die im Studium erworbenen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen, erstellen eine umfassende Beschreibung und detaillierte Erläuterung ihrer Lösungen und präsentieren diese mündlich vor einem Fachpublikum.

WOZU. Ziel ist es, die Studierenden optimal auf das spätere Berufsleben vorzubereiten, indem sie lernen, komplexe ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen zu analysieren, unter verschiedenen Bedingungen praxisorientiert zu bearbeiten und innovative Lösungen zu entwickeln. Dabei berücksichtigen sie sowohl spezifische fachliche Einzelheiten als auch die übergreifenden Zusammenhänge, was ihre Problemlösefähigkeit, ihr kritisches Denken und ihre Anwendungsorientierung in Ingenieurberufen weiter stärkt.

Inhalte

- Die Masterarbeit ist eine umfassende, eigenständige Untersuchung, die auf einer selbstgewählten, komplexen Fragestellung basiert. Sie umfasst die ausführliche Darstellung des Problems sowie der individuellen Vorgehensweise und eine detaillierte Beschreibung und Erläuterung der erzielten Ergebnisse. Darüber hinaus stützt sich die Masterarbeit auf eine umfassende Literaturrecherche, die den aktuellen Stand der Forschung und Technik berücksichtigt und die Tiefe und Relevanz des Themas unterstreicht.
- Das Kolloquium thematisiert die zentralen Inhalte der Masterarbeit und dient der Diskussion und Reflexion der Ergebnisse sowie der Methodik vor einem Fachpublikum.

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Masterarbeit mit Kolloquium: Bearbeitungszeit höchstens 20 Wochen, im Teilzeitstudium höchstens 30 Wochen; schriftlicher Teil in der Regel bis zu 80 DIN-A4-Seiten ohne Anlagen; Kolloquium als mündliche Prüfung, etwa 45 Minuten.

Literatur

- Themenabhängige Fachliteratur wird entsprechend der jeweiligen Aufgabenstellung festgelegt.

Kurzporträt MMA301: Masterarbeit mit Kolloquium

Worum geht es? In diesem Modul bearbeiten Sie eigenständig eine komplexe, anwendungsbezogene ingenieurwissenschaftliche Fragestellung Ihrer Wahl: Sie erschließen den Stand der Forschung und Technik durch eine umfassende Literaturrecherche, entwickeln und begründen eine eigene Lösung und stellen Vorgehen und Ergebnisse in einer schriftlichen Arbeit von bis zu 80 Seiten dar. Im abschließenden Kolloquium diskutieren und verteidigen Sie Methodik und Ergebnisse vor einem Fachpublikum.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen weisen nach, dass fortgeschrittene fachliche Kenntnisse eigenständig integriert, auf ein innovatives Thema angewendet und die daraus entwickelten Lösungsvorschläge klar, strukturiert und wissenschaftlich fundiert kommuniziert werden können. Damit ist die Masterarbeit die zentrale Nachweisleistung für die Berufsbefähigung auf Masterniveau.
Wieso ist es interessant? Anders als in vorherigen Modulen bestimmen Sie bei der Masterarbeit Thema, Vorgehen und Zeitplan weitgehend selbst. Wer wissen möchte, wie es sich anfühlt, ein eigenes ingenieurwissenschaftliches Projekt von der ersten Idee bis zur verteidigten Lösung vollständig eigenverantwortlich zu führen, erlebt genau das in diesem abschließenden Modul.

Offene Punkte

Die folgenden Punkte sind aus den gelieferten Arbeitsständen übernommen und sollten fachlich bzw. organisatorisch noch abschließend geprüft werden:

- In mehreren Modulen sind Modulverantwortung oder Lehrpersonen noch mit `N.N.` angegeben.
- Die Kongruenz zwischen Modulhandbuch, Prüfungsordnung, Prüfungs- und Studienplan sowie Ziele-Module-Matrix sollte abschließend geprüft werden.
- In der Ziele-Module-Matrix unterscheiden sich einzelne Zielzuordnungen je nach Studiengang, insbesondere bei gemeinsam verwendeten Modulen.
- Die überarbeiteten Literaturangaben sollten fachlich freigegeben werden; bei Projekt- und Abschlussmodulen bleibt die Literatur themenabhängig.
- Konkrete Seitenumfänge für schriftliche Ausarbeitungen sind in den gelieferten Unterlagen nur bei MET115 und der Masterarbeit angegeben; in den übrigen Fällen werden Umfang und Abgabemodalitäten modulbezogen zu Beginn bekanntgegeben.