Hochschule Niederrhein
University of Applied Sciences

Ingenieurwissenschaften und Informatik
Faculty of Engineering and Computer Science

Engineering-Bachelorstudiengänge PO2026: Modulhandbuch

Bachelor Elektrotechnik

Bachelor Maschinenbau

Bachelor Mechatronik und Robotik

Herausgeber Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Informatik
Stand 2026-09-29

Inhaltsverzeichnis

Einleitung **3**
Studiengangsprofil: Bachelor Elektrotechnik . . . 5
Studiengangsprofil: Bachelor Maschinenbau . . . 8
Studiengangsprofil: Bachelor Mechatronik und Robotik . . . 11

Modulbeschreibungen **14**
Allgemeine Grundlagen . . . 15
BB001: StartING 1 (mit IWA - Anpasskurs für Ingenieurwissenschaftes Arbeiten) . . . 16
BB002: StartING 2 (mit IWA - Einführung in Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten) . . . 18
BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe (mit Praktikum) . . . 20
BB004: Grundlagen der Mechanik (mit Praktikum) . . . 21
BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1 . . . 22
BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2 (mit Praktikum) . . . 24
BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften . . . 25
BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften . . . 26
Lernpfad Elektronik . . . 28
BET101: Mess- und Sensortechnik (mit Praktikum) . . . 29
BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen (mit Praktikum) . . . 31
BET103: Operationsverstärker und Filter (mit Praktikum) . . . 33
BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik (mit Praktikum) . . . 35
BET105: Elektronik - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch) . . . 37
Lernpfad Intelligente Signalverarbeitung . . . 39
BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung . . . 40
BET202: Analoge Signale und Systeme (mit Praktikum) . . . 41
BET203: Digitale Signalverarbeitung (mit Praktikum) . . . 43
BET204: Data Science für Industrie 4.0 (mit Praktikum) . . . 44
BET205: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone (mit IWA - Methoden des Spezifikationsmanagements) . . . 45
Lernpfad Embedded Systems . . . 47
BET301: Mikrocontroller-Programmierung (mit Praktikum) . . . 48
BET302: Digitale Systeme (mit Praktikum) . . . 49
BET303: Echtzeitsysteme (mit Praktikum) . . . 50
BET304: Secure Embedded Networks (mit Praktikum) . . . 51
BET305: Embedded Systems - Capstone (mit IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation) . . . 52
Lernpfad Modellbasierter Entwurf . . . 54
BET401: Mathematische Methoden der Modellierung . . . 55
BET402: Elektrische Maschinen (mit Praktikum) . . . 56
BMT402: Elektrische Antriebe (mit Praktikum) . . . 58
BET403: Regelungstechnik (mit Praktikum) . . . 60
BET404: Modellbasierte Entwicklung (mit Praktikum) . . . 61
BET405: Modellbasierter Entwicklung - Capstone (mit IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden) . . . 62
Lernpfad Modellierung und Simulation . . . 64
BMB101: Lineare Algebra . . . 65
BMB102: Dynamik (mit Praktikum) . . . 66
BMB103: Regelungstechnik (mit Praktikum) . . . 67
BMB104: Numerik . . . 68
BMB105: Modellierung und Simulation - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch) . . . 69
Lernpfad Engineering Design . . . 71
BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik . . . 72
BMB202: Engineering Design - Produktdesign (mit Praktikum) . . . 73
BMB203: Engineering Design - Verbindungstechnik (mit Praktikum) . . . 74
BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik (mit Praktikum) . . . 75
BMB205: Engineering Design - Capstone (mit IWA - Methoden des Spezifikationsmanagements) . . . 76
Lernpfad Produktion . . . 78
BMB301: Werkstoffkunde (mit Praktikum) . . . 79
BMB302: Fertigungsverfahren (mit Praktikum) . . . 80
BMB303: Produktionsmanagement (mit Praktikum) . . . 81
BMB304: Robotik (mit Praktikum) . . . 82

BMB305: Produktion - Capstone (mit IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation) . . . 84
Lernpfad Produkt- und Prozessentwicklung . . . 86
BMB401: Thermodynamik . . . 87
BMB402: Methodische und nachhaltige Produktentwicklung (mit Praktikum) . . . 88
BMB403: Entwicklung mechatronischer Systeme . . . 89
BMB404: Fluidmechanik . . . 90
BMB405: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone (mit IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden) . . . 91
Lernpfad Robotik . . . 93
BMT101: Dynamik (mit Praktikum) . . . 94
BMT102: Sensortechnik und Signalverarbeitung (mit Praktikum) . . . 95
BMT103: Robotik (mit Praktikum) . . . 96
BMT104: Kollaborative Robotik (mit Praktikum) . . . 98
BMT105: Robotik - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch) . . . 100
Wahlpflichtmodule . . . 102
BWP501: Engineering Design - Angewandtes CAE (mit Praktikum) . . . 103
BWP502: Finite-Elemente-Berechnungen in der Konstruktion (mit Praktikum) . . . 105
BWP503: Engineering Design - Systemoptimierung (mit Praktikum) . . . 106
BWP504: Kunststofftechnik (mit Praktikum) . . . 108
BWP505: Additive Fertigung (mit Praktikum) . . . 110
BWP506: Oberflächentechnik (mit Praktikum) . . . 112
BWP507: Produktionsmaschinen (mit Praktikum) . . . 114
BWP508: Prozessoptimierung (mit Praktikum) . . . 115
BWP509: Digitale Fabrik (mit Praktikum) . . . 116
BWP510: Automatisierungstechnik (mit Praktikum) . . . 117
BWP511: Elektrische Energiesysteme (mit Praktikum) . . . 118
BWP512: Leistungselektronische Schaltungen (mit Praktikum) . . . 120
BWP513: Lokalisierung und Ortung (mit Praktikum) . . . 122
BWP514: Höhere Analysis (mit Praktikum) . . . 124
BWP515: Kommunikationstechnik (mit Praktikum) . . . 126
BWP516: Hochfrequenzschaltungstechnik (mit Praktikum) . . . 128
BWP517: Flexible und gedruckte Elektronik (mit Praktikum) . . . 130
BWP518: Stochastik und Versuchsplanung (mit Praktikum) . . . 132
BWP519: Optimierung (mit Praktikum) . . . 133
BWP521: Reinforcement Learning (mit Praktikum) . . . 135
BWP522: KI in eingebetteten Systemen (mit Praktikum) . . . 136
BWP523: Kernel- und Treiberprogrammierung (mit Praktikum) . . . 137
BWP524: Security and Safety for Embedded Systems (mit Praktikum) . . . 138
BWP525: Mobile Roboter (mit Praktikum) . . . 140
BWP526: Computer Vision (mit Praktikum) . . . 141
BWP527: Fahrzeugkonstruktion (mit Praktikum) . . . 142
BWP528: Praktische Anwendungen der Elektromobilität (mit Praktikum) . . . 144
BWP529: Neuronale Netze für Ingenieuranwendungen (mit Praktikum) . . . 145
BWP599: Ausgewählte Fragen der Ingenieurwissenschaften (mit Praktikum) . . . 147
Projekt, Praxisphase und Abschluss . . . 148
BIP601: Interdisziplinäres Projekt (mit IWA - Projektmanagement und Sozial.Punkt!) . . . 149
BPH701: Praxisphase . . . 151
BBA702: Bachelorarbeit mit Kolloquium . . . 152
Glossar . . . 153

Einleitung

Dieses Modulhandbuch beschreibt die Bachelorstudiengänge Elektrotechnik, Maschinenbau sowie Mechatronik und Robotik im Rahmen einer gemeinsamen ingenieurwissenschaftlichen Studienplattform. Es macht transparent, welche fachlichen, methodischen und überfachlichen Kompetenzen die Studierenden im Studienverlauf erwerben und wie diese Kompetenzen in Modulen, Lernpfaden, Projekten und Abschlussarbeiten aufgebaut, angewendet und vertieft werden.

Das Modulhandbuch dient Studierenden, Lehrenden und externen Interessierten als Orientierung über Aufbau, Ziele und Inhalte des Studiums. Die Modulbeschreibungen folgen einer einheitlichen Struktur und weisen insbesondere Lernergebnisse im Format Was-Womit-Wozu aus. Ergänzend zeigen die Ziele-Module-Matrizen, wie die übergreifenden Qualifikationsziele in den einzelnen Studiengängen verankert sind.

Aufbau der Studiengänge

In der Studieneingangsphase erwerben alle Studierenden dieselben fachlichen und methodischen Grundlagen: Mathematik und Informatik, Basiswissen in Elektrotechnik und Maschinenbau sowie Startmodule zum ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten und zu Projektkompetenzen. Das schafft Orientierung, erleichtert einen Wechsel zwischen Disziplinen und fördert frühe interdisziplinäre Zusammenarbeit. Darauf aufbauend strukturieren studiengangspezifische Lernpfade den Kern des Studiums: Pflichtmodule sind thematisch gebündelt und münden in einem Capstone-Modul, das Fachinhalte und Schlüsselkompetenzen integriert. Jeder Lernpfad orientiert sich an einem typischen Berufs- bzw. Tätigkeitsprofil des jeweiligen Studiengangs und bündelt inhaltlich zusammenhängende Lehrveranstaltungen in einer Form, die für alle Studienvarianten gleich ist. Dadurch wird eine enge inhaltliche Verzahnung innerhalb eines Lernpfads ermöglicht. In Analogie zu Baugruppen technischer Systeme strukturieren Lernpfade das Curriculum in klar definierte Teilbereiche mit eindeutigen Themen und definierten Schnittstellen. Gegen Ende werden Wahlpflichtanteile ausgebaut; interdisziplinäres Projekt, Praxisphase und Bachelorarbeit ermöglichen Profilbildung, ergänzt durch ein Mobilitätsfenster für ein Auslandssemester.

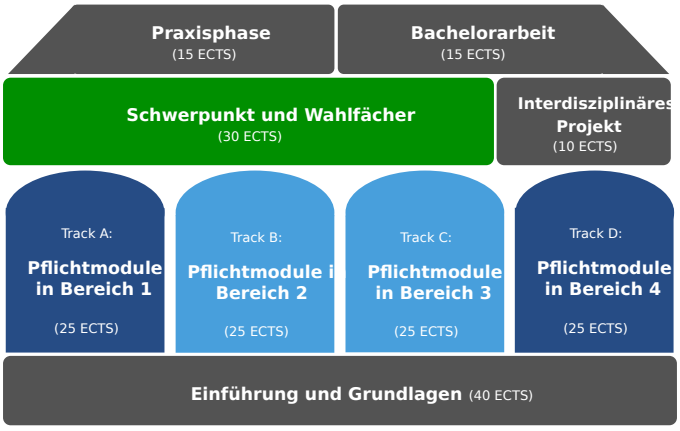

Abbildung 1: Allgemeiner Aufbau der Bachelorstudiengänge

Mobilitätsfenster

Für ein Auslandsstudium eignet sich im Vollzeitstudium insbesondere das sechste Fachsemester. Es umfasst vier Wahlpflichtmodule im Umfang von insgesamt 20 ECTS sowie das interdisziplinäre Projekt im Umfang von 10 ECTS. Im Teilzeitstudium bietet sich insbesondere das neunte Fachsemester mit zwei Wahlpflichtmodulen und dem interdisziplinären Projekt im Umfang von insgesamt 20 ECTS an. Welchem Sommer- oder Wintersemester das Mobilitätsfenster entspricht, hängt vom individuellen Studienbeginn ab.

Fachlich passende Lehrveranstaltungen einer ausländischen Hochschule können den vorgesehenen Wahlpflichtmodulen zugeordnet werden. Für das interdisziplinäre Projekt kommt eine Anerkennung insbesondere dann in Betracht, wenn die ausländische Leistung eine vergleichbare ingenieurwissenschaftliche Team- und Projektarbeit einschließlich Projektorganisation, Dokumentation und Präsentation umfasst. Wird im Bachelor Maschinenbau ein Studienprofil gewählt, müssen die im Ausland vorgesehenen Leistungen so abgestimmt werden, dass die Anforderungen des Profils weiterhin erfüllt werden.

Vor dem Auslandsstudium ist ein Learning Agreement abzuschließen und vom Prüfungsausschuss bestätigen zu lassen. Darin werden die vorgesehenen Leistungen der Gasthochschule den Modulen des Studiengangs zugeordnet. 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. Bereits gebundene Wahlpflichtmodule und noch offene Voraussetzungen sind bei der Planung zu berücksichtigen.

Alternativ kann die Praxisphase im Ausland durchgeführt werden. Sie umfasst 15 ECTS und setzt mindestens 80 ECTS aus Phase B voraus. Vor Beginn müssen die Zulassung zur Praxisphase und die Eignung des Praktikumsvertrags durch den Prüfungsausschuss geklärt sein. Betreuung, Praxisphasenbericht und Praxisphasenseminar bleiben Bestandteile des Moduls.

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

Alle Studiengänge haben ähnliche übergreifende Qualifikationsziele. Sie beschreiben, welche fachlichen, methodischen, sozialen und kommunikativen Kompetenzen die Studierenden im Studienverlauf aufbauen und in den Modulen anwenden, vertiefen und integrieren.

Ziel	Qualifikationsziel
Z1	Konkrete Problemstellungen der Disziplin modellieren und strukturieren.
Z2	Ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge zur Analyse und Lösung anwenden.
Z3	Simulierte und experimentell erhobene Daten analysieren, interpretieren und kritisch bewerten.
Z4	Systeme konstruieren bzw. entwerfen, implementieren, dokumentieren, verifizieren und testen.
Z5	Bei Entwicklung und Umsetzung soziale, ethische, ökologische sowie rechtliche Aspekte angemessen berücksichtigen.
Z6	In interdisziplinären Projektteams Verantwortung übernehmen und Aufgaben zielorientiert koordinieren.
Z7	Fachbezogene Positionen und Problemlösungen klar formulieren und argumentativ vertreten.
Z8	Mit Fachvertreter:innen sowie Lai:innen über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen adressatengerecht kommunizieren.

Die Ziele-Module-Matrizen in den folgenden Abschnitten machen sichtbar, wie die Qualifikationsziele über die Studiengänge hinweg in den Modulen verankert sind.

Studiengangsprofil: Bachelor Elektrotechnik

Im Bachelorstudiengang Elektrotechnik erwerben Studierende die Grundlagen und Methoden, um elektronische und informationstechnische Systeme zu analysieren, zu entwerfen und in Anwendungen umzusetzen. Zu Beginn steht eine gemeinsame Orientierungs- und Grundlagenphase mit Mathematik, Informatik und elektrotechnischen Basisinhalten sowie projektorientierten Startmodulen. Anschließend prägen studiengangspezifische Lernpfade den fachlichen Kern: Pflichtmodule in Elektronik, Intelligenter Signalverarbeitung, Embedded Systems und Modellbasiertem Entwurf bauen systematisch aufeinander auf. In den Capstone-Modulen werden Inhalte eines Lernpfads in einer integrierenden Aufgabenstellung zusammengeführt, inklusive Dokumentation, Teamarbeit und Projektorganisation. Gegen Ende des Studiums wächst die Wahlfreiheit: Wahlpflichtmodule, interdisziplinäres Projekt, Praxisphase und Bachelorarbeit ermöglichen eine passgenaue Profilbildung für individuelle Interessen und Berufsfelder. Ein Mobilitätsfenster bietet zudem ideale Bedingungen für ein Auslandssemester.

> Profil auf einen Blick: Elektrotechnik verbindet elektronische Schaltungen, Signalverarbeitung, eingebettete Systeme und modellbasierte Entwicklung. Typische Themen sind Sensorik, analoge und digitale Systeme, Mikrocontroller, Echtzeitverhalten, Vernetzung, Regelung und elektrische Maschinen. Das Profil bereitet auf Entwicklungs-, Analyse-, Automatisierungs- und Systemintegrationsaufgaben in elektronischen und informationstechnischen Anwendungen vor.

Ziele-Module-Matrix

Die Matrix zeigt, in welchen Modulen die übergreifenden Qualifikationsziele aufgebaut und vertieft werden. A bedeutet Anwendung und Vertiefung, B kennzeichnet Transfer und Beherrschung auf einem höheren Integrationsniveau.

Legende: Z1 = Problemstellungen modellieren und strukturieren; Z2 = Methoden und Werkzeuge anwenden; Z3 = Daten analysieren, interpretieren und bewerten; Z4 = Systeme konstruieren, entwerfen, implementieren, dokumentieren, verifizieren und testen; Z5 = soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen; Z6 = Verantwortung in interdisziplinären Projektteams übernehmen; Z7 = Positionen und Problemlösungen formulieren und argumentativ vertreten; Z8 = adressatengerecht kommunizieren. A = vertiefen/anwenden; B = beherrschen/transferieren.

Modul	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
BB001: StartING 1						A	A	A
BB002: StartING 2	A					A	A	A
BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe		A		A				
BB004: Grundlagen der Mechanik	A	A						
BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1	A	A						
BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2	A	A	A					
BB007: Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	A	A						
BB008: Informatik (für Ingenieurwissenschaften)		A						
BET101: Mess- und Sensortechnik	A	A	A					
BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen	A	A	A	A				
BET103: Operationsverstärker und Filter	A	A	A	A				
BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik	A	A	A	A			A	
BET105: Elektronik - Capstone	B	B	A	B		B	B	B
BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung	A	A						
BET202: Analoge Signale und Systeme	A	A	A					
BET203: Digitale Signalverarbeitung	A	A	A	A				
BET204: Data Science für Industrie 4.0	A	A	A					
BET205: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone	B	B	B	B		B	B	B
BET301: Mikrocontroller-Programmierung	A	A		A				
BET302: Digitale Systeme	A	A		A				
BET303: Echtzeitsysteme	A	A		A				
BET304: Secure Embedded Networks	A	A		A	A			
BET305: Embedded Systems - Capstone	B	B	A	B	A	B	B	B
BET401: Mathematische Methoden der Modellierung	A	A						
BET402: Elektrische Maschinen	A	A	A					
BET403: Regelungstechnik	A	A	A	A				
BET404: Modellbasierte Entwicklung	A	A	A	A				
BET405: Modellbasierter Entwicklung - Capstone	B	B	B	B	A	B	B	B
BIP601: Interdisziplinäres Projekt	A	A	A	A	A	B	B	B
BPH701: Praxisphase	A	A	A	A	A	B	A	A
BBA702: Bachelorarbeit (inkl. Kolloquium)	B	B	B	B	A	A	B	B

Studienpläne

7	Praxisphase			Bachelorarbeit mit Kolloquium		W
6	Wahlpflichtmodul 3	Wahlpflichtmodul 4	Interdisziplinäres Projekt		Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	S
5	Fortgeschrittene Schaltungstechnik	Elektronik - Capstone	Wahlpflichtmodul 1	Wahlpflichtmodul 2	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	W
4	Operationsverstärker und Filter	Intelligente Signalverarbeitung - Capstone	Data Science für Industrie 4.0	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Regelungstechnik	S
3	Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen	Mess- und Sensortechnik	Digitale Signalverarbeitung	Echtzeitsysteme	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Maschinen	W
2	StartING 2	Mathematische Methoden der Signalverarbeitung	Analoge Signale und Systeme	Mikrocontroller-Programmierung	Digitale Systeme	Grundlagen der Elektrotechnik 2	S
1	StartING 1	Grundlagen der Mechanik	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	Grundlagen der Elektrotechnik 1	W

Abbildung 2: Studienplan Elektrotechnik, Vollzeit, Studienbeginn im Wintersemester

7	Praxisphase			Bachelorarbeit mit Kolloquium		S
6	Wahlpflichtmodul 3	Wahlpflichtmodul 4	Interdisziplinäres Projekt		Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	W
5	Wahlpflichtmodul 1	Intelligente Signalverarbeitung - Capstone	Data Science für Industrie 4.0	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Wahlpflichtmodul 2	S
4	Fortgeschrittene Schaltungstechnik	Elektronik - Capstone	Digitale Signalverarbeitung	Echtzeitsysteme	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	W
3	Operationsverstärker und Filter	Mathematische Methoden der Signalverarbeitung	Analoge Signale und Systeme	Mikrocontroller-Programmierung	Digitale Systeme	Regelungstechnik	S
2	Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen	Mess- und Sensortechnik	StartING 2	Grundlagen der Elektrotechnik 2	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Maschinen	W
1	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Grundlagen der Mechanik	StartING 1	Grundlagen der Elektrotechnik 1	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	S

Abbildung 3: Studienplan Elektrotechnik, Vollzeit, Studienbeginn im Sommersemester

10	Praxisphase		Bachelorarbeit mit Kolloquium		S
9	Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	Interdisziplinäres Projekt		W
8	Wahlpflichtmodul 3	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Wahlpflichtmodul 4	S
7	Wahlpflichtmodul 2	Echtzeitsysteme	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	W
6	Wahlpflichtmodul 1	Mikrocontroller-Programmierung	Digitale Systeme	Regelungstechnik	S
5	Fortgeschrittene Schaltungstechnik	Elektronik - Capstone	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Maschinen	W
4	Operationsverstärker und Filter	Intelligente Signalverarbeitung - Capstone	Data Science für Industrie 4.0	Grundlagen der Mechanik	S
3	Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen	Mess- und Sensortechnik	Digitale Signalverarbeitung	Grundlagen CAD und Werkstoffe	W
2	StartING 2	Mathematische Methoden der Signalverarbeitung	Analoge Signale und Systeme	Grundlagen der Elektrotechnik 2	S
1	StartING 1	Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	Grundlagen der Elektrotechnik 1	W

Abbildung 4: Studienplan Elektrotechnik, Teilzeit, Studienbeginn im Wintersemester

10	Praxisphase		Bachelorarbeit mit Kolloquium		W
9	Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	Interdisziplinäres Projekt		S
8	Wahlpflichtmodul 3	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	Wahlpflichtmodul 4	W
7	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Regelungstechnik	Wahlpflichtmodul 2	S
6	Echtzeitsysteme	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Maschinen	Wahlpflichtmodul 1	W
5	Mikrocontroller-Programmierung	Digitale Systeme	Intelligente Signalverarbeitung - Capstone	Data Science für Industrie 4.0	S
4	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Fortgeschrittene Schaltungstechnik	Elektronik - Capstone	Digitale Signalverarbeitung	W
3	Grundlagen der Mechanik	Operationsverstärker und Filter	Mathematische Methoden der Signalverarbeitung	Analoge Signale und Systeme	S
2	Grundlagen der Elektrotechnik 2	Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen	Mess- und Sensortechnik	StartING 2	W
1	Grundlagen der Elektrotechnik 1	Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	StartING 1	S

Abbildung 5: Studienplan Elektrotechnik, Teilzeit, Studienbeginn im Sommersemester

Studiengangsprofil: Bachelor Maschinenbau

Der Bachelorstudiengang Maschinenbau vermittelt eine solide, praxisnahe Ingenieurausbildung, vom methodischen Fundament bis zur anwendungsorientierten Vertiefung. Nach einer gemeinsamen Orientierungs- und Grundlagenphase mit Mathematik, Informatik sowie Basisinhalten aus Mechanik, CAD/Werkstoffen und Elektrotechnik folgen studiengangspezifische Lernpfade, die typische Tätigkeitsprofile im Maschinenbau abbilden. Pflichtmodule sind in vier abgestimmten Lernpfaden gebündelt: Modellierung und Simulation, Engineering Design, Produktion sowie Produkt- und Prozessentwicklung. Jeder Lernpfad baut systematisch aufeinander auf und mündet in ein Capstone-Modul, in dem Fachwissen in einer größeren Aufgabenstellung zusammengeführt wird, inklusive Teamarbeit, Kommunikation und Projektorganisation. Zum Studienende eröffnen Wahlpflichtmodule, ein interdisziplinäres Projekt, Praxisphase und Bachelorarbeit vielfältige Möglichkeiten zur Schwerpunktsetzung. Im Maschinenbau kann ein Profil, zum Beispiel Engineering Design oder Produktion, auch formal im Zeugnis ausgewiesen werden.

> Profil auf einen Blick: Maschinenbau verbindet Mechanik, Konstruktion, Werkstoffe, Produktion, Simulation sowie Produkt- und Prozessentwicklung. Typische Themen sind Festigkeit, CAD, Verbindungstechnik, Antriebe, Fertigungsverfahren, Produktionsmanagement, Thermodynamik und Fluidmechanik. Das Profil bereitet auf Entwicklungs-, Konstruktions-, Produktions-, Analyse- und Optimierungsaufgaben in industriellen Wertschöpfungsprozessen vor.

Ziele-Module-Matrix

Die Matrix zeigt, in welchen Modulen die übergreifenden Qualifikationsziele aufgebaut und vertieft werden. A bedeutet Anwendung und Vertiefung, B kennzeichnet Transfer und Beherrschung auf einem höheren Integrationsniveau.

Legende: Z1 = Problemstellungen modellieren und strukturieren; Z2 = Methoden und Werkzeuge anwenden; Z3 = Daten analysieren, interpretieren und bewerten; Z4 = Systeme konstruieren, entwerfen, implementieren, dokumentieren, verifizieren und testen; Z5 = soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen; Z6 = Verantwortung in interdisziplinären Projektteams übernehmen; Z7 = Positionen und Problemlösungen formulieren und argumentativ vertreten; Z8 = adressatengerecht kommunizieren. A = vertiefen/anwenden; B = beherrschen/transferieren.

Modul	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
BB001: StartING 1						A	A	A
BB002: StartING 2	A					A	A	A
BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe		A		A				
BB004: Grundlagen der Mechanik	A	A						
BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1	A	A						
BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2	A	A	A					
BB007: Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	A	A						
BB008: Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	A	A						
BMB101: Lineare Algebra	A	A						
BMB102: Dynamik	A	A	A					
BMB103: Regelungstechnik	A	A	A	A				
BMB104: Numerik	A	A	A					
BMB105: Modellierung und Simulation - Capstone	B	B	B	A		B	B	B
BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik	A	A						
BMB202: Engineering Design - Produktdesign	A	A		A				
BMB203: Engineering Design - Verbindungstechnik	A	A		A				
BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik	A	A		A				
BMB205: Engineering Design - Capstone	B	B	A	B		B	B	B
BMB301: Werkstoffkunde	A	A	A					
BMB302: Fertigungsverfahren	A	A	A					
BMB303: Produktionsmanagement	A	A	A		A	A	A	A
BMB304: Robotik	A	A		A				
BMB305: Produktion - Capstone	B	B	A	B	A	B	B	B
BMB401: Thermodynamik	A	A						
BMB402: Methodische und nachhaltige Produktentwicklung	A	A		A	B			
BMB403: Entwicklung mechatronischer Systeme	A	A	A	A				
BMB404: Fluidmechanik	A	A						
BMB405: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone	B	B	A	B	A	B	B	B
BIP601: Interdisziplinäres Projekt	A	A	A	A	A	B	B	B
BPH701: Praxisphase	A	A	A	A	A	B	A	A
BBA702: Bachelorarbeit (inkl. Kolloquium)	B	B	B	B	A	A	B	B

Studienpläne

7	Praxisphase			Bachelorarbeit mit Kolloquium		W
6	Wahlpflichtmodul 3	Wahlpflichtmodul 4	Interdisziplinäres Projekt		Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	S
5	Numerik	Modellierung und Simulation - Capstone	Wahlpflichtmodul 1	Wahlpflichtmodul 2	Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone	Fluidmechanik	W
4	Regelungstechnik	Engineering Design - Capstone	Engineering Design - Antriebstechnik	Robotik	Produktion - Capstone	Entwicklung mechatronischer Systeme	S
3	Dynamik	Lineare Algebra	Engineering Design - Verbindungstechnik	Produktionsmanage-ment	Thermodynamik	Methodische und nachhaltige Produktentwicklung	W
2	StartING 2	Festigkeitslehre - Elastostatik	Engineering Design - Produktdesign	Werkstoffkunde	Fertigungsverfahren	Grundlagen der Elektrotechnik 2	S
1	StartING 1	Grundlagen der Mechanik	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Informatik (für Ingenieurwissen-schaften)	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissen-schaften)	Grundlagen der Elektrotechnik 1	W

Abbildung 6: Studienplan Maschinenbau, Vollzeit, Studienbeginn im Wintersemester

7	Praxisphase			Bachelorarbeit mit Kolloquium		S
6	Wahlpflichtmodul 3	Wahlpflichtmodul 4	Interdisziplinäres Projekt		Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	W
5	Wahlpflichtmodul 1	Engineering Design - Capstone	Engineering Design - Antriebstechnik	Robotik	Produktion - Capstone	Wahlpflichtmodul 2	S
4	Numerik	Modellierung und Simulation - Capstone	Engineering Design - Verbindungstechnik	Produktionsmanage-ment	Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone	Fluidmechanik	W
3	Regelungstechnik	Festigkeitslehre - Elastostatik	Engineering Design - Produktdesign	Werkstoffkunde	Fertigungsverfahren	Entwicklung mechatronischer Systeme	S
2	Dynamik	Lineare Algebra	StartING 2	Grundlagen der Elektrotechnik 2	Thermodynamik	Methodische und nachhaltige Produktentwicklung	W
1	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Grundlagen der Mechanik	StartING 1	Grundlagen der Elektrotechnik 1	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissen-schaften)	Informatik (für Ingenieurwissen-schaften)	S

Abbildung 7: Studienplan Maschinenbau, Vollzeit, Studienbeginn im Sommersemester

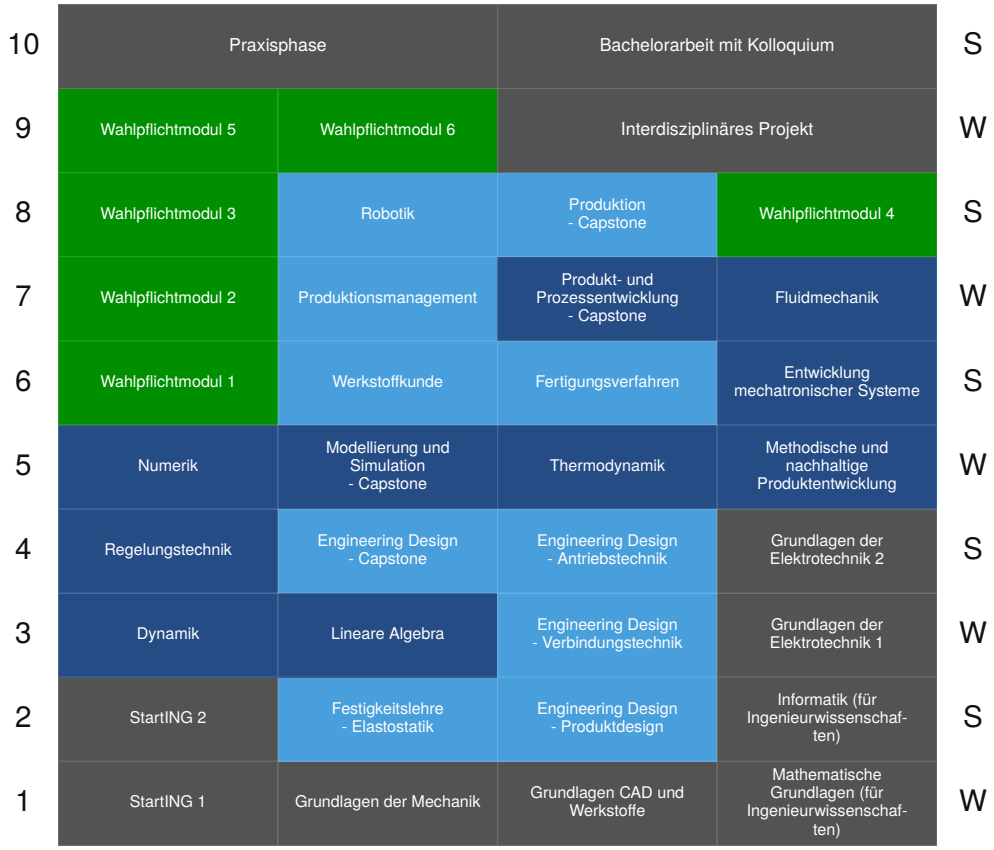

Abbildung 8: Studienplan Maschinenbau, Teilzeit, Studienbeginn im Wintersemester

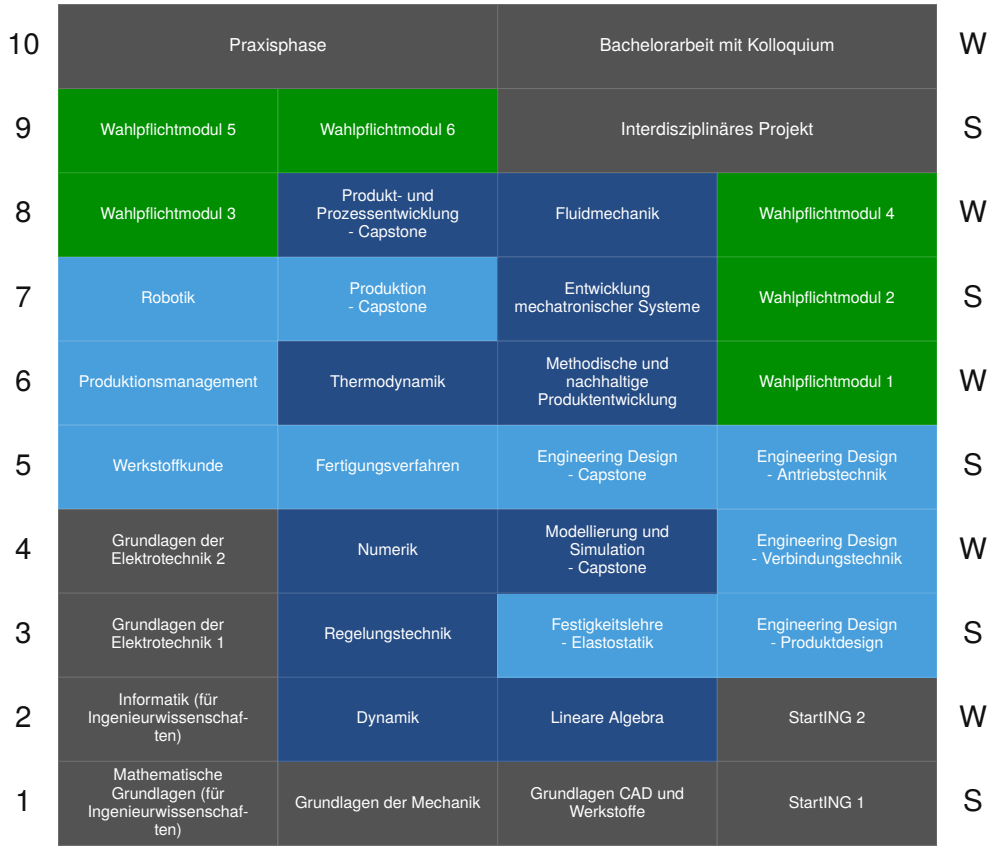

Abbildung 9: Studienplan Maschinenbau, Teilzeit, Studienbeginn im Sommersemester

Studiengangsprofil: Bachelor Mechatronik und Robotik

Der Bachelorstudiengang Mechatronik und Robotik richtet sich an alle, die technische Systeme ganzheitlich verstehen und gestalten wollen, von Mechanik über Elektronik bis zur Software. Nach einer gemeinsamen Orientierungs- und Grundlagenphase mit Mathematik, Informatik sowie Basisinhalten aus Maschinenbau und Elektrotechnik folgt der studiengangspezifische Kern in vernetzten Lernpfaden. Pflichtmodule in Engineering Design, Embedded Systems und Modellbasiertem Entwurf integrieren mechanische Konstruktion, hardware-nahe Elektronik und softwarebasierte Systementwicklung zu einem konsistenten Kompetenzaufbau. Der profilgebende Lernpfad Robotik setzt den Schwerpunkt sichtbar und fördert das Denken in komplexen, interdisziplinären Systemen, vom Entwurf bis zur Inbetriebnahme. Capstone-Module bündeln Inhalte in größeren, praxisnahen Aufgabenstellungen und stärken Teamarbeit, Kommunikation und Projektorganisation. Zum Abschluss eröffnen Wahlpflichtmodule, interdisziplinäres Projekt, Praxisphase und Bachelorarbeit vielfältige Möglichkeiten zur individuellen Vertiefung; ein Mobilitätsfenster unterstützt optional einen Auslandsaufenthalt.

> Profil auf einen Blick: Mechatronik und Robotik verbindet Mechanik, Elektronik, Sensorik, Software und Steuerung zu integrierten technischen Systemen. Typische Themen sind Konstruktion, Embedded Systems, modellbasierte Entwicklung, Dynamik, Signalverarbeitung, industrielle und kollaborative Robotik. Das Profil bereitet auf Entwicklungs-, Automatisierungs-, Integrations- und Inbetriebnahmeaufgaben an der Schnittstelle mehrerer Ingenieurdisziplinen vor.

Ziele-Module-Matrix

Die Matrix zeigt, in welchen Modulen die übergreifenden Qualifikationsziele aufgebaut und vertieft werden. A bedeutet Anwendung und Vertiefung, B kennzeichnet Transfer und Beherrschung auf einem höheren Integrationsniveau.

Legende: Z1 = Problemstellungen modellieren und strukturieren; Z2 = Methoden und Werkzeuge anwenden; Z3 = Daten analysieren, interpretieren und bewerten; Z4 = Systeme konstruieren, entwerfen, implementieren, dokumentieren, verifizieren und testen; Z5 = soziale, ethische, ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen; Z6 = Verantwortung in interdisziplinären Projektteams übernehmen; Z7 = Positionen und Problemlösungen formulieren und argumentativ vertreten; Z8 = adressatengerecht kommunizieren. A = vertiefen/anwenden; B = beherrschen/transferieren.

Modul	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
BB001: StartING 1						A	A	A
BB002: StartING 2	A					A	A	A
BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe		A		A				
BB004: Grundlagen der Mechanik	A	A						
BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1	A	A						
BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2	A	A	A					
BB007: Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	A	A						
BB008: Informatik (für Ingenieurwissenschaften)		A						
BMT101: Dynamik	A	A	A					
BMT102: Sensortechnik und Signalverarbeitung	A	A	A					
BMT103: Robotik	A	A		A				
BMT104: Kollaborative Robotik	A	A		A				
BMT105: Robotik - Capstone	B	B	A	B	A	B	B	B
BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik	A	A						
BMB202: Engineering Design - Produktdesign	A	A		A				
BMB203: Engineering Design - Verbindungstechnik	A	A		A				
BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik	A	A		A				
BMB205: Engineering Design - Capstone	B	B	A	B		B	B	B
BET301: Mikrocontroller-Programmierung	A	A		A				
BET302: Digitale Systeme	A	A		A				
BET303: Echtzeitsysteme	A	A		A				
BET304: Secure Embedded Networks	A	A		A	A			
BET305: Embedded Systems - Capstone	B	B	A	B	A	B	B	B
BET401: Mathematische Methoden der Modellierung	A	A						
BMT402: Elektrische Antriebe	A	A	A					
BET403: Regelungstechnik	A	A	A	A				
BET404: Modellbasierte Entwicklung	A	A	A	A				
BET405: Modellbasierter Entwicklung - Capstone	B	B	B	B	A	B	B	B
BIP601: Interdisziplinäres Projekt	A	A	A	A	A	B	B	B
BPH701: Praxisphase	A	A	A	A	A	B	A	A
BBA702: Bachelorarbeit (inkl. Kolloquium)	B	B	B	B	A	A	B	B

Studienpläne

7	Praxisphase			Bachelorarbeit mit Kolloquium		W
6	Wahlpflichtmodul 3	Wahlpflichtmodul 4	Interdisziplinäres Projekt		Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	S
5	Kollaborative Robotik	Robotik - Capstone	Wahlpflichtmodul 1	Wahlpflichtmodul 2	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	W
4	Robotik	Engineering Design - Capstone	Engineering Design - Antriebstechnik	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Regelungstechnik	S
3	Sensortechnik und Signalverarbeitung	Dynamik	Engineering Design - Verbindungstechnik	Echtzeitsysteme	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Antriebe	W
2	StartING 2	Festigkeitslehre - Elastostatik	Engineering Design - Produktdesign	Mikrocontroller-Pro-grammierung	Digitale Systeme	Grundlagen der Elektrotechnik 2	S
1	StartING 1	Grundlagen der Mechanik	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Informatik (für Ingenieurwissen-schaften)	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissen-schaften)	Grundlagen der Elektrotechnik 1	W

Abbildung 10: Studienplan Mechatronik und Robotik, Vollzeit, Studienbeginn im Wintersemester

7	Praxisphase			Bachelorarbeit mit Kolloquium		S
6	Wahlpflichtmodul 3	Wahlpflichtmodul 4	Interdisziplinäres Projekt		Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	W
5	Wahlpflichtmodul 1	Engineering Design - Capstone	Engineering Design - Antriebstechnik	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Wahlpflichtmodul 2	S
4	Kollaborative Robotik	Robotik - Capstone	Engineering Design - Verbindungstechnik	Echtzeitsysteme	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	W
3	Robotik	Festigkeitslehre - Elastostatik	Engineering Design - Produktdesign	Mikrocontroller-Pro-grammierung	Digitale Systeme	Regelungstechnik	S
2	Sensortechnik und Signalverarbeitung	Dynamik	StartING 2	Grundlagen der Elektrotechnik 2	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Antriebe	W
1	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Grundlagen der Mechanik	StartING 1	Grundlagen der Elektrotechnik 1	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissen-schaften)	Informatik (für Ingenieurwissen-schaften)	S

Abbildung 11: Studienplan Mechatronik und Robotik, Vollzeit, Studienbeginn im Sommersemester

10	Praxisphase		Bachelorarbeit mit Kolloquium		S
9	Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	Interdisziplinäres Projekt		W
8	Wahlpflichtmodul 3	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Wahlpflichtmodul 4	S
7	Wahlpflichtmodul 2	Echtzeitsysteme	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	W
6	Wahlpflichtmodul 1	Mikrocontroller-Programmierung	Digitale Systeme	Regelungstechnik	S
5	Kollaborative Robotik	Robotik - Capstone	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Antriebe	W
4	Robotik	Engineering Design - Capstone	Engineering Design - Antriebstechnik	Grundlagen der Elektrotechnik 2	S
3	Sensortechnik und Signalverarbeitung	Dynamik	Engineering Design - Verbindungstechnik	Grundlagen der Elektrotechnik 1	W
2	StartING 2	Festigkeitslehre - Elastostatik	Engineering Design - Produktdesign	Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	S
1	StartING 1	Grundlagen der Mechanik	Grundlagen CAD und Werkstoffe	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	W

Abbildung 12: Studienplan Mechatronik und Robotik, Teilzeit, Studienbeginn im Wintersemester

10	Praxisphase		Bachelorarbeit mit Kolloquium		W
9	Wahlpflichtmodul 5	Wahlpflichtmodul 6	Interdisziplinäres Projekt		S
8	Wahlpflichtmodul 3	Modellbasierter Entwicklung - Capstone	Modellbasierte Entwicklung	Wahlpflichtmodul 4	W
7	Secure Embedded Networks	Embedded Systems - Capstone	Regelungstechnik	Wahlpflichtmodul 2	S
6	Echtzeitsysteme	Mathematische Methoden der Modellierung	Elektrische Antriebe	Wahlpflichtmodul 1	W
5	Mikrocontroller-Programmierung	Digitale Systeme	Engineering Design - Capstone	Engineering Design - Antriebstechnik	S
4	Grundlagen der Elektrotechnik 2	Kollaborative Robotik	Robotik - Capstone	Engineering Design - Verbindungstechnik	W
3	Grundlagen der Elektrotechnik 1	Robotik	Festigkeitslehre - Elastostatik	Engineering Design - Produktdesign	S
2	Informatik (für Ingenieurwissenschaften)	Sensortechnik und Signalverarbeitung	Dynamik	StartING 2	W
1	Mathematische Grundlagen (für Ingenieurwissenschaften)	Grundlagen der Mechanik	Grundlagen CAD und Werkstoffe	StartING 1	S

Abbildung 13: Studienplan Mechatronik und Robotik, Teilzeit, Studienbeginn im Sommersemester

Modulbeschreibungen

Dieses Modulhandbuch beschreibt die Module der Bachelorplattform mit Angaben zu Verwendbarkeit, Modultyp, Angebotshäufigkeit, Dauer, Credits, Benotung, Semesterwochenstunden, Workload, Voraussetzungen, Lernergebnissen, Inhalten, Prüfungsformen, Literatur und fachlicher Zuordnung. Die Modulbeschreibungen sind nach den Studienbereichen und Lernpfaden geordnet und ermöglichen damit eine Orientierung über den Studienverlauf, die fachliche Profilbildung und die Verzahnung der Module mit den Qualifikationszielen.

So liest man eine Modulbeschreibung

Jede Modulbeschreibung folgt dem gleichen Aufbau: Zuerst stehen organisatorische Angaben wie Verantwortliche, Credits, Semesterwochenstunden (SWS) und Workload. Die **Lernergebnisse** sind im Format **WAS** (Kompetenz nach Abschluss), **WOMIT** (Inhalte und Tätigkeiten, mit denen die Kompetenz erworben wird) und **WOZU** (Nutzen für Studium und Beruf) beschrieben. Ein farbiges Abzeichen zeigt, ob ein Modul **Pflicht** oder **Wahl** ist. Am Ende jedes Moduls gibt ein **Kurzporträt** in drei Sätzen einen schnellen Überblick. Unklare Abkürzungen wie ECTS, SWS oder V/Ü/P/S sind im Glossar am Ende des Handbuchs erklärt.

Allgemeine Grundlagen

Der Modulbereich Allgemeine Grundlagen legt die gemeinsame fachliche und methodische Basis für die Bachelorstudiengänge Elektrotechnik, Maschinenbau sowie Mechatronik und Robotik. Die Studierenden erwerben grundlegende Kompetenzen im ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten, in Mathematik, Informatik, Mechanik, Elektrotechnik, CAD und Werkstoffkunde und lernen, technische Problemstellungen strukturiert zu bearbeiten.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Modulbereichs Allgemeine Grundlagen einfache ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen strukturieren, grundlegende mathematische, informatische, mechanische, elektrotechnische, konstruktive und werkstoffbezogene Methoden anwenden sowie erste Projekt- und Dokumentationsaufgaben im Team bearbeiten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im methodischen Arbeiten, im Modellieren einfacher technischer Zusammenhänge, im Anwenden grundlegender Berechnungs- und Softwarewerkzeuge sowie im Dokumentieren und Präsentieren technischer Ergebnisse.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Modulbereich
  - einführende und vertiefende Projektaufgaben im Team bearbeiten, planen, dokumentieren und präsentieren,
  - technische Zeichnungen lesen, einfache CAD-Modelle erstellen und Werkstoff- sowie Fertigungszusammenhänge einordnen,
  - mechanische Systeme freischneiden, Gleichgewichtsbedingungen anwenden und einfache statische Aufgaben lösen,
  - Gleichstrom- und Wechselstromschaltungen modellieren, berechnen, simulieren und im Praktikum untersuchen,
  - mathematische Grundlagen der Analysis, Gleichungen, Funktionen und Abstraktionstechniken anwenden,
  - einfache Softwarelösungen in Python entwickeln, Daten verarbeiten, technische Abläufe modellieren und Programme testen.
- **WOZU**: Damit sie in den anschließenden Lernpfaden technische Problemstellungen fachlich einordnen, grundlegende Berechnungen und Modelle nachvollziehen, digitale Werkzeuge nutzen und projektförmig arbeiten können. Der Modulbereich schafft eine gemeinsame Grundlage für alle drei Bachelorstudiengänge und unterstützt zugleich Studienorientierung, Teamarbeit, technische Kommunikation und den Übergang in vertiefende ingenieurwissenschaftliche Aufgaben.

Kurzporträt Allgemeine Grundlagen

Worum geht es? Der Modulbereich Allgemeine Grundlagen bildet den gemeinsamen Einstieg in die ingenieurwissenschaftliche Bachelorplattform. Die Studierenden erwerben grundlegende Kompetenzen in Mathematik, Informatik, Mechanik, Elektrotechnik, CAD, Werkstoffkunde und projektorientiertem Arbeiten. Dabei geht es darum, zentrale Denk- und Arbeitsweisen der Ingenieurwissenschaften kennenzulernen und auf überschaubare technische Aufgaben anzuwenden. Die Module schaffen eine gemeinsame fachliche Sprache und bereiten die anschließenden Lernpfade systematisch vor.
Wofür braucht man es? Die Grundlagen werden in nahezu allen späteren technischen Aufgaben benötigt, unabhängig vom gewählten Studiengang oder Schwerpunkt. Die Kompetenzen helfen, Berechnungen nachzuvollziehen, technische Zeichnungen und Modelle zu verstehen, elektrische und mechanische Grundzusammenhänge einzuordnen und digitale Werkzeuge sinnvoll einzusetzen. Zugleich üben die Studierenden früh, Ergebnisse im Team zu erarbeiten, zu dokumentieren und verständlich zu präsentieren.
Wieso ist es interessant? Der Einstieg ins Ingenieurstudium lebt davon, unterschiedliche Vorkenntnisse zusammenzuführen und technische Zusammenhänge greifbar zu machen. Dieser Modulbereich zeigt, wie Mathematik, Informatik, Mechanik, Elektrotechnik und Konstruktion zusammenwirken, wenn reale technische Probleme bearbeitet werden. Wer verstehen möchte, welche Werkzeuge Ingenieurinnen und Ingenieure täglich nutzen, findet hier das gemeinsame Fundament für das weitere Studium.

BB001: StartING 1 (mit IWA - Anpasskurs für Ingenieurwissenschaftes Arbeiten)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Matteo Zella	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Patric Enewoldsen Prof. Dr. Matteo Zella Lehrende des Sprachenzentrums
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch und Englisch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	unbenotet
SWS	V | - Ü | 4 P | - SL	**Engl. Titel**	StartING 1
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BB001a: Einführungsprojekt*: 3,5 ECTS, 2,5P
- *BB001b: IWA - Anpasskurs für Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*: 1,5 ECTS, 1,5P

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, einfache technische Fragestellungen im Team zu bearbeiten, erste ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen anzuwenden, grundlegende Projekt- und Dokumentationsmethoden zu nutzen und ihre fachsprachlichen sowie methodischen Eingangsvoraussetzungen für das Studium einzuordnen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die Problemstellung des Projekts eigenständig erfassen und die Bearbeitung planen (*BB001a*),
- einfache technische Lösungsansätze im Team entwickeln und erproben (*BB001a*),
- Arbeitspakete strukturieren und grundlegende Projektmanagementmethoden anwenden (*BB001a*),
- eine erste technische Projektdokumentation erstellen und als Gruppe präsentieren (*BB001a*),
- ihre eigene Arbeitsweise reflektieren und Lern- und Selbstmanagementmethoden anwenden (*BB001a*),
- ihre mathematischen Eingangsvoraussetzungen einordnen und bei Bedarf gezielt auffrischen (*BB001b*),
- ihre naturwissenschaftlichen Eingangsvoraussetzungen einordnen und bei Bedarf gezielt auffrischen (*BB001b*),
- ihre fachsprachlichen Englischkenntnisse einordnen und grundlegende technische Fachsprache anwenden (*BB001b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen bei zukünftigen Aufgaben anzuwenden, die dafür notwendigen methodischen Grundlagen aufzubauen, ihre persönlichen und sozialen Kompetenzen zu stärken und die eigenen Lernvoraussetzungen für das weitere Studium realistisch einzuschätzen.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BB001a: Einführungsprojekt*

- Praxisnahes Einführungsprojekt
- Methodisches Begleitprogramm
- Grundlagen des Projektmanagements
- Grundlagen der technischen Dokumentation
- einfache technische Kommunikationssituationen

Veranstaltungsteil *BB001b: IWA - Anpasskurs Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*

- Einstufung mathematischer Eingangsvoraussetzungen
- bedarfsorientierte Auffrischung mathematischer Grundlagen
- Einstufung naturwissenschaftlicher Eingangsvoraussetzungen
- bedarfsorientierte Auffrischung naturwissenschaftlicher Grundlagen
- Einstufung fachsprachlicher Englischkenntnisse
- Grundlagen technischer Fachsprache
- Methoden des Lern- und Selbstmanagements

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BB001b: IWA - Anpasskurs Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*: Einstufungstests in Mathematik, Naturwissenschaften und Englisch sowie aktive Teilnahme an den Anpass- bzw. Qualifikationsangeboten

Prüfungsleistung

Portfolio-Prüfung im Veranstaltungsteil *BB001a: Einführungsprojekt*: technische Projektdokumentation (Gruppenabgabe Teil 1, 10-20 Seiten): aktive Teilnahme an 3-5 Feedbackgesprächen (je 15-30 Minuten), Präsentation der Projektergebnisse sowie Teilnahme am Wettbewerb

Literatur

Veranstaltungsteil *BB001a: Einführungsprojekt*

- VDI 2221 Blatt 1: Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung. Beuth Verlag, 2019.
- Balzert, H.; Schäfer, C.; Schröder, M.; Kern, U.: Wissenschaftliches Arbeiten. W3L-Verlag, 2017.
- Kuster, J.; Bachmann, C.; Huber, E.; Hubmann, M.; Lippmann, R.; Schneider, E.; Schneider, P.; Witschi, U.; Wüst, R.: Handbuch Projektmanagement. Springer Gabler, 2022.
- Ebel, H. F.; Bliefert, C.: Bachelor-, Master- und Doktorarbeit. Wiley-VCH, 2016.
- Stickel-Wolf, C.; Wolf, J.: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Springer Gabler, 2019.

Kurzporträt BB001: StartING 1 (mit IWA - Anpasskurs für Ingenieurwissenschaftes Arbeiten)

Worum geht es? In diesem Modul starten Studierende mit einem ersten praxisnahen Projekt in das ingenieurwissenschaftliche Studium. Studierende bearbeiten einfache technische Fragestellungen im Team, lernen grundlegende Projekt- und Dokumentationsmethoden kennen und ordnen die fachlichen Eingangsvoraussetzungen ein. Zusätzlich werden mathematische, naturwissenschaftliche und fachsprachliche Grundlagen bei Bedarf gezielt aufgefrischt.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um technische Aufgaben strukturiert anzugehen, im Team zu arbeiten und erste Projektergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren. Die Kompetenzen bilden die Grundlage für projektorientierte Arbeitsweisen in späteren Modulen und in technischen Entwicklungsaufgaben.
Wieso ist es interessant? Das Modul erleichtert den Einstieg ins Studium, weil Studierende direkt an einer technischen Aufgabe arbeiten und dabei wichtige Arbeitsweisen kennenlernen. Es hilft Studierenden außerdem, die eigenen Stärken und Unterstützungsbedarfe für das weitere Studium realistisch einzuschätzen.

BB002: StartING 2 (mit IWA - Einführung in Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Patric Enewoldsen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Patric Enewoldsen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	unbenotet
SWS	V | - Ü | 4 P | - SL	**Engl. Titel**	StartING 2
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BB002a: Vertiefungsprojekt*: 4 ECTS, 3P
- *BB002b: IWA - Einführung in ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*: 1 ECTS, 1SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, komplexere ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen im Team zu bearbeiten, ihr Vorgehen methodisch zu planen, technische Projektergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren sowie grundlegende ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen auf ein vertiefendes Projekt anzuwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die Problemstellung des Vertiefungsprojekts eigenständig erfassen und fachlich einordnen (*BB002a*),
- die Projektbearbeitung im Team planen, durchführen und reflektieren (*BB002a*),
- technische Lösungsansätze entwickeln, bewerten und dokumentieren (*BB002a*),
- Projektergebnisse als Gruppe präsentieren und am Wettbewerb teilnehmen (*BB002a*),
- Projektmanagementmethoden vertieft anwenden (*BB002b*),
- technische Dokumentation vertieft einsetzen und weiterentwickeln (*BB002b*),
- Methoden des Lern- und Selbstmanagements anwenden und ihre Studienorientierung reflektieren (*BB002b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen bei zukünftigen Aufgaben sicherer anzuwenden, technische Projekte im Team strukturierter zu bearbeiten, methodische Kompetenzen weiterzuentwickeln und ihre Studien- und Berufsorientierung zu stärken.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BB002a: Vertiefungsprojekt*

- Praxisnahes Vertiefungsprojekt

Veranstaltungsteil *BB002b: IWA - Einführung in ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*

- Methodisches Begleitprogramm
- Vertiefung des Projektmanagements
- Vertiefung der technischen Dokumentation
- Methoden des Lern- und Selbstmanagements
- Einführung in die Studiengänge und Berufsbilder

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BB002b: IWA - Einführung in ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*: aktive Teilnahme am methodischen Begleitprogramm und an 3-5 Feedbackgesprächen (je 15-30 Minuten)

Prüfungsleistung

Portfolio-Prüfung im Veranstaltungsteil *BB002a: Vertiefungsprojekt*: technische Projektdokumentation (Gruppenabgabe Teil 2, 20-30 Seiten), Präsentation der Projektergebnisse sowie Teilnahme am Wettbewerb

Literatur

Veranstaltungsteil *BB002a: Vertiefungsprojekt* und *BB002b: IWA - Einführung in ingenieurwissenschaftliches Arbeiten*

- BAHZIN, A. Lernen lernen in Studium & Weiterbildung. Schlüsselkompetenzen und Lernmethoden für den persönlichen Erfolg. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2017.
- Hering, Lutz; Hering, Heike: Technische Berichte. Verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen. Springer Vieweg, 2015.
- Ripperger, Siegfried; Hoffmann, Dieter: Einführung in das Projektmanagement. In: Entwicklung und Planung verfahrenstechnischer Anlagen. Springer Vieweg, 2020, S. 13-24.

Kurzporträt BB002: StartING 2 (mit IWA - Einführung in Ingenieurwissenschaftliches Arbeiten)

Worum geht es? Dieses Modul vertieft den projektorientierten Einstieg in das Ingenieurstudium. Studierende bearbeiten eine komplexere technische Aufgabenstellung im Team, planen das Vorgehen methodisch und präsentieren die Ergebnisse. Begleitend lernen Studierende mehr über Projektmanagement, technische Dokumentation, Lernstrategien sowie Studiengänge und Berufsbilder.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, um technische Projekte strukturierter zu planen, durchzuführen und zu reflektieren. Die Kompetenzen stärken Teamarbeit, Kommunikation und die Fähigkeit, technische Lösungen nachvollziehbar zu dokumentieren und zu präsentieren.
Wieso ist es interessant? Wer erleben möchte, wie ingenieurwissenschaftliches Arbeiten in einem Projekt funktioniert, bekommt hier einen praxisnahen Einstieg. Das Modul unterstützt zugleich die Orientierung im Studium und den Blick auf spätere Berufsfelder.

BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Norman Lupa	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Norman Lupa Prof. Dr. Julia Kessler Dipl.-Ing. Christian Kühn
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	CAD fundamentals and materials
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

keine

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können ein einfaches 3D-gedrucktes Funktionsbauteil in Bezug auf Gestalt, Funktion, grundlegende Werkstoffeigenschaften sowie die technische Herstellbarkeit analysieren und konstruktiv beschreiben.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- normgerechte Einzelteil- und Zusammenstellungszeichnungen lesen und daraus Gestalt-, Lage- und Größeninformationen ableiten,
- ein einfaches 3D-Einzelteilmodell im CAD eigenständig erstellen,
- mechanische Kennwerte von Werkstoffen interpretieren und deren Bedeutung für Bauteileigenschaften verstehen,
- die Prinzipien kunststoffbasierter additiver Fertigungsverfahren sowie grundlegender konventioneller Fertigungsverfahren beschreiben,
- und Zusammenhänge zwischen Werkstoff, Fertigungsverfahren und resultierenden Bauteileigenschaften konzeptuell einordnen.

WOZU. Um in späteren Modulen und im beruflichen Kontext technische Bauteile systematisch zu verstehen, auszuwählen und in grundlegender Form zu konzipieren.

Inhalte

- Technische Darstellung, Parallelprojektionen, Schnittdarstellungen, Normgerechte Bemaßung
- Einzelteil- und Zusammenstellungszeichnungen, Stücklisten und grundlegende Maschinenelemente
- Werkstoffe und Fertigungsverfahren
- Grundlagen Werkstoffe (Metalle, Kunststoffe, Keramik, Faserverbundwerkstoffe)
- Grundlegende mechanische Kennwerte (Zugfestigkeit, Streckgrenze, Härte, Zähigkeit)
- Anwendungsbeispiele Werkstoffe bezogen auf E-Technik/Mechatronik/Maschinenbau
- Überblick über konventionelle Verfahren (Urformen, Umformen, Trennen, Fügen)
- Grundlagen der Additiven Fertigungsverfahren mit Schwerpunkt Extrusionsverfahren
- Typische Eigenschaften und Einsatzbereiche einfacher 3D-gedruckter Bauteile

Prüfungsvorleistung

Aktive Praktikumsteilnahme, 2 Kompetenzprüfungen zur CAD-Modellerstellung, eine Projektarbeit mit 2-5 Seiten Ausarbeitung

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Labisch, S. u. Wählisch, G.: Technisches Zeichnen. Eigenständig lernen und effektiv üben. Lehrbuch. Wiesbaden: Springer Vieweg 2020
- Ridder, D.: 3D-Konstruktionen mit Autodesk Inventor 2025. Der umfassende Praxiseinstieg. Inkl. Übungsbeispielen und Aufgaben mit Lösungen. mitp Professional. Frechen: mitp-Verlag 2024
- Gebhardt, A., Kessler, J., Schwarz, A. u. Thurn, L.: Additive Fertigungsverfahren. Additive Manufacturing und 3D-Drucken für Prototyping - Tooling – Produktion. München: Hanser 2025

Kurzporträt BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, technische Bauteile zeichnerisch, konstruktiv und werkstoffbezogen zu verstehen. Dazu lesen sie technische Zeichnungen, erstellen einfache 3D-CAD-Modelle und betrachten grundlegende Eigenschaften von Werkstoffen. Außerdem wird deutlich, wie Fertigungsverfahren und Materialauswahl die Funktion eines Bauteils beeinflussen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um Bauteile zu beschreiben, einfache Konstruktionen zu verstehen und technische Unterlagen sicher zu nutzen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für spätere Module in Konstruktion, Produktentwicklung, Fertigung und Werkstoffauswahl.
Wieso ist es interessant? Wer wissen möchte, wie aus einer technischen Idee ein beschreibbares Bauteil wird, bekommt hier den Einstieg. Das Modul zeigt, wie Zeichnung, CAD, Werkstoff und Fertigung zusammenhängen.

BB004: Grundlagen der Mechanik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jaan Unger	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Fundamentals of mechanics
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse auf FOS-Niveau

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Statik starrer Körper anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Körper freischneiden und die dabei eingeführten Reaktionskräfte und -momente mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen berechnen
- das Coulombsche Reibgesetz anwenden und daraus relevante Aussagen generieren.

WOZU. Um zukünftig befähigt zu sein, in einem technischen Problem die mechanischen Teilprobleme zu identifizieren, die Teillösungen zur Gesamtlösung zusammenzusetzen und im Kontext des ursprünglichen Problems zu interpretieren. Um in nachfolgenden Fächern in der Lage zu sein, aufbauende Inhalte zu verstehen und anwenden zu können. Um Fragestellung der Bauteilfestigkeit im Beruf lösen zu können.

Inhalte

- Axiome der Statik
- Methode des Freimachens
- Anwenden der Gleichgewichtsbedingungen und Lösen
- Bestimmung des Schwerpunkts
- Statische Bestimmtheit
- Bestimmen der Schnittgrößen
- 3D Systeme der Statik
- Reibung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik 1: Statik, Springer Vieweg; Auflage: 14. überarb. Aufl. 2018 (9. August 2018)
- Holzmann, Meyer, Schumpich: Technische Mechanik Statik, Springer Vieweg; Auflage: 15., überarb. u. erw. Aufl. 2018 (9. August 2018)
- Hibbeler: Technische Mechanik 1, Springer Vieweg; Auflage: 14., aktualisierte Aufl. 2018 (1. August 2018)

Kurzporträt BB004: Grundlagen der Mechanik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Kräfte, Momente und Gleichgewicht an starren Körpern. Studierende lernen, technische Systeme freizuschneiden, Lagerreaktionen zu berechnen und einfache statische Probleme systematisch zu lösen. Auch Reibung und Schnittgrößen werden als Grundlagen mechanischer Analyse behandelt.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um mechanische Teilprobleme in technischen Systemen zu erkennen und rechnerisch zu beurteilen. Die Kompetenzen sind eine wichtige Grundlage für Festigkeitslehre, Konstruktion, Maschinenelemente und viele mechatronische Anwendungen.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, warum Bauteile und Konstruktionen im Gleichgewicht bleiben, findet hier die Grundlagen. Das Modul zeigt, wie aus Kräften und Geometrien nachvollziehbare technische Berechnungen entstehen.

BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Degen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Degen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	3 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Fundamentals of electrical engineering 1
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Mathematik und Physik auf dem Niveau der Fachhochschulreife

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende elektrische Gleichstromschaltungen modellieren, analysieren und systematisch lösen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- physikalische Zusammenhänge zwischen Strom, Spannung, Leistung und Energie herleiten und in einfachen Modellen abbilden,
- Bauelemente (Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Quellen, Messgeräte) mithilfe geeigneter Ersatzmodelle beschreiben,
- Gleichstromschaltungen mit analytischen und regelbasierten Verfahren (Ohm'sches Gesetz, Kirchhoff-Regeln, Maschen-/Knotenanalyse) bearbeiten,
- einfache Simulationen durchführen, auswerten und zur Überprüfung ihrer Modelle nutzen,
- einfache elektrische und magnetische Felder sowie magnetische Kreise beschreiben,
- Berechnungswege und Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren und begründen.

WOZU. um später sicher beurteilen zu können, wie grundlegende elektrische Strukturen in technischen Systemen dimensioniert und analysiert werden.

Inhalte

- Elektrische Grundgrößen: Strom, Spannung, Leistung, Energie
- Elektrische Quellen (ideale und reale Spannungs- und Stromquellen)
- Ohm'scher Widerstand, Leitwert, Temperaturabhängigkeit
- Kirchhoff'sche Gesetze
- Analyse von Gleichstromnetzwerken: Maschen-, Knoten- und Überlagerungsverfahren
- Leistungsberechnungen und Energiebetrachtungen
- Grundlagen der Messtechnik: Multimeter, einfache Messschaltungen
- Simulation von Schaltungen mit LTSpice
- Grundlagen elektrischer und magnetischer Felder, die zum Verständnis von Kondensator, Spule und Induktion notwendig sind (Anwendung: Gleichstrommotor)

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Gert Hagmann: Grundlagen der Elektrotechnik. 18. Auflage, AULA Verlag GmbH 2020
- Gert Hagmann: Aufgabensammlung zu den Grundlagen der Elektrotechnik. 18. Auflage, AULA Verlag GmbH 2019
- Rainer Ose: Elektrotechnik für Ingenieur:innen. 7. Auflage, Hanser 2022
- Marika Höwing: Einführung in die Elektrotechnik. 2. Auflage, Rheinwerk Technik, 2022.
- Thomas Harriehausen, Dieter Schwarzenau: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, 23. Auflage, Springer Vieweg, 2013

Kurzporträt BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1

Worum geht es? Dieses Modul führt in grundlegende elektrische Gleichstromschaltungen ein. Studierende lernen Strom, Spannung, Leistung und Energie kennen und beschreiben Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Quellen und Messgeräte mit einfachen Modellen. Dabei betrachten sie einfache elektrische und magnetische Felder sowie magnetische Kreise als Grundlage für das Verständnis elektrotechnischer Zusammenhänge. Mit Ohm'schem Gesetz, Kirchhoffschen Regeln, Schaltungsanalyse und Simulation untersuchen Studierende elektrische Grundstrukturen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden gebraucht, um grundlegende elektrische Schaltungen in technischen Systemen zu verstehen, zu dimensionieren und zu überprüfen. Die Kompetenzen bilden eine Basis für Elektrotechnik, Elektronik, Messtechnik, Antriebstechnik und mechatronische Systeme.
Wieso ist es interessant? Elektrische Grundschaltungen stecken in fast allen modernen technischen Produkten. Das Modul zeigt, wie elektrische Größen zusammenhängen und wie Schaltungen systematisch analysiert werden.

BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2 (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Degen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Degen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	3 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Fundamentals of electrical engineering 2
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Mathematik und Physik auf dem Niveau der Fachhochschulreife

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende Wechselstromschaltungen und frequenzabhängige Netzwerke modellieren, analysieren und systematisch lösen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- zeit- und frequenzabhängige Zusammenhänge in Wechselstromsystemen herleiten und modellieren,
- komplexe Größen und Phasorverfahren zur Analyse von AC-Schaltungen anwenden,
- frequenzabhängige Grundschaltungen (Tiefpass, Hochpass, Resonanzschaltungen) berechnen und interpretieren,
- einfache symmetrische Dreiphasennetze berechnen,
- Berechnungen, Messergebnisse und Schlussfolgerungen technisch korrekt dokumentieren,
- Grundbegriffe elektrischer Maschinen erläutern.

WOZU. um später beurteilen zu können, wie frequenzabhängige elektrische Schaltungen in mechatronischen und elektrotechnischen Anwendungen ausgelegt und betrieben werden müssen.

Inhalte

- Einführung in Wechselstromgrößen: Momentanwerte, Effektivwerte, Phasenlage
- Komplexe Darstellung elektrischer Größen / Zeigerdarstellung
- Widerstand, Induktivität und Kapazität im Wechselstromkreis
- Serien- und Parallelschaltungen, Impedanz und Admittanz
- Leistungsbegriffe im AC-System (Wirk-, Blind-, Scheinleistung)
- Filtergrundlagen: RC-, RL-, RLC-Schaltungen
- Grundlagen Dreiphasensystem
- Kenngrößen einer Diode
- Simulation von Schaltungen mit LTSpice

Prüfungsvorleistung

Aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Gert Hagmann: Grundlagen der Elektrotechnik. 18. Auflage, AULA Verlag GmbH 2020
- Gert Hagmann: Aufgabensammlung zu den Grundlagen der Elektrotechnik. 18. Auflage, AULA Verlag GmbH 2019
- Rainer Ose: Elektrotechnik für Ingenieur:innen. 7. Auflage, Hanser 2022
- Marika Höwing: Einführung in die Elektrotechnik. 2. Auflage, Rheinwerk Technik, 2022.
- Thomas Harriehausen, Dieter Schwarzenau: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, 23. Auflage, Springer Vieweg, 2013

Kurzporträt BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2 (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul erweitern Studierende die Elektrotechnik-Grundlagen auf Wechselstrom und frequenzabhängige Netzwerke. Studierende arbeiten mit komplexen Größen, Zeigerdarstellungen, Impedanzen, Leistung im Wechselstromsystem, Filtern und einfachen Dreiphasensystemen. Im Praktikum werden Berechnungen und Messungen miteinander verbunden.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um frequenzabhängige elektrische Schaltungen und einfache AC-Systeme zu verstehen und zu beurteilen. Die Kompetenzen sind wichtig für Elektronik, Antriebe, Energieversorgung, Messtechnik und mechatronische Anwendungen.
Wieso ist es interessant? Viele technische Systeme arbeiten nicht mit konstanten, sondern mit zeitlich veränderlichen elektrischen Größen. Das Modul macht verständlich, wie Wechselstromschaltungen funktionieren und warum Frequenzverhalten für technische Anwendungen entscheidend ist.

BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften

Modulverantwortung	Prof. Dr. Georg Vossen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Georg Vossen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	3 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Mathematical fundamentals (for Engineering Sciences)
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

keine

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die Sprache der Mathematik verstehen und nutzen, Beweise für mathematische Sachverhalte nachvollziehen und für einfache Beispiele führen sowie die grundlegenden Definitionen, Sätze und Methoden der Analysis in einer Veränderlichen anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie an Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen sowie die Formalismen, Formeln und Techniken einüben und anwenden.

WOZU. Um die erlernten Methoden in anderen Modulen des Studiums anzuwenden, in mathematischen Modulen auszuweiten und darüber hinaus die Denkweise der Abstraktion als allgemeines Mittel zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Aufgaben zu verinnerlichen und zu nutzen.

Inhalte

- Aussagenlogik, Mengenlehre, Beweistechniken
- Natürliche und reelle Zahlen
- Gleichungen, Ungleichungen und lineare Gleichungssysteme
- Folgen und Reihen
- Eigenschaften und Beispiele von Funktionen
- Komplexe Zahlen
- Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit
- Funktionsdiskussion, Extremwertaufgaben
- Taylorpolynom, Linearisierung, Satz von L'Hospital
- Integral, Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung
- Integrationstechniken und uneigentliche Integrale

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1. 15. Auflage, Springer Vieweg, 2018.
- S. Goebbels, S. Ritter: Mathematik verstehen und anwenden. 3. Auflage, Springer Spektrum, 2023.
- L. Göllmann et al.: Mathematik für Ingenieure - Verstehen, Rechnen, Anwenden, Band 1. Springer Vieweg, 2017.

Kurzporträt BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften

Worum geht es? Dieses Modul vermittelt zentrale mathematische Grundlagen für das Ingenieurstudium. Studierende beschäftigen sich mit Aussagenlogik, Mengen, Zahlen, Gleichungen, Funktionen, Grenzwerten, Differential- und Integralrechnung. Dabei lernen Studierende, mathematische Sprache zu verstehen, einfache Beweise nachzuvollziehen und Rechenverfahren sicher anzuwenden.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um technische Modelle, Berechnungen und Simulationen in späteren Modulen nachvollziehen und anwenden zu können. Die Kompetenzen stärken die Fähigkeit, abstrakte Zusammenhänge zu erkennen und technische Probleme systematisch zu lösen.
Wieso ist es interessant? Mathematik ist eines der wichtigsten Werkzeuge im Ingenieurstudium. Das Modul zeigt, wie mathematische Begriffe und Methoden helfen, technische Fragestellungen präzise zu formulieren und zu bearbeiten.

BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Computer science (for engineering sciences)
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

keine

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Nach Ablauf der Veranstaltung sind Studierende in der Lage, einfache Softwarelösungen zur Bearbeitung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen zu entwickeln. Insbesondere können sie grundlegende Programmierkonzepte (Datentypen, Kontrollstrukturen, Funktionen) anwenden, einfache Algorithmen entwickeln und in Python umsetzen, tabellarische Daten verarbeiten und grafisch aufbereiten sowie technische Abläufe mit PAP und UML modellhaft darstellen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- grundlegende Programmierkonzepte (Datentypen, Ein-/Ausgabe, Kontrollstrukturen, Funktionen) gezielt anwenden,
- Algorithmen entwerfen und mit Python umsetzen,
- Kollektionstypen sinnvoll einsetzen und Daten strukturiert verarbeiten,
- technische Abläufe mit PAP und UML (Klassen- und Sequenzdiagramme) modellieren,
- Bibliotheken auswählen und in einfache Programme integrieren,
- grundlegende Datenanalyse- und Visualisierungsschritte durchführen,
- Code testen, Fehler systematisch behandeln,
- praxisnahe Aufgaben und ingenieurwissenschaftliche Szenarien selbstständig bearbeiten.

WOZU. Damit Studierende technische und naturwissenschaftliche Probleme systematisch analysieren und automatisiert lösen können, ingenieurrelevante Berechnungen, Datenverarbeitungen und Simulationen eigenständig durchführen, digitale Werkzeuge sicher einsetzen, die in Studium, Praxis und Industrie zunehmend unverzichtbar sind, Schnittstellenkompetenz zur Softwareentwicklung aufbauen, spätere Module (z. B. Datenanalyse, Simulation, Automatisierungstechnik, Machine Learning) erfolgreich absolvieren können und eigene Ideen durch kleine Programme realisieren und prototypisch testen können.

Inhalte

- Einführung in Python und IDE
- Algorithmen und PAP
- Datentypen und Ein-/Ausgabe
- Kontrollstrukturen, Kollektionen & Strings
- Funktionen, Bibliotheken und einfache Programme
- Code Conventions
- Listen, Dictionaries
- Objektorientierung, UML-Diagramme
- Fehlerbehandlung, Testen, Laufzeitanalyse

Prüfungsvorleistung

aktive Teilnahme, Bearbeitung von Übungsaufgaben

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Steinkamp, V. (2023). Der Python-Kurs für Ingenieure und Naturwissenschaftler (2. Aufl.). Rheinwerk Verlag. ISBN 978-3-8362-9286-3.
- Woyand, H.-B. (2018). Python für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Einführung in die Programmierung, mathematische Anwendungen und Visualisierungen (2. Aufl.). Carl Hanser Verlag. ISBN 978-3-446-45792-8.
- VanderPlas, J. (2017). Data Science mit Python: Das Handbuch für den Einsatz von IPython, Jupyter, NumPy, Pandas, Matplotlib und Scikit-Learn (deutsche Ausgabe). mitp Verlag. ISBN 978-3-95845-695-2.

Kurzporträt BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende grundlegende Programmierung für ingenieurwissenschaftliche Aufgaben. Studierende entwickeln einfache Programme in Python, nutzen Datentypen, Kontrollstrukturen, Funktionen und Bibliotheken und verarbeiten tabellarische Daten. Außerdem modellieren Studierende technische Abläufe mit PAP und UML und üben grundlegende Tests und Fehlerbehandlung.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um technische Berechnungen, Datenverarbeitungen und einfache Simulationen eigenständig zu automatisieren. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für spätere Themen wie Datenanalyse, Simulation, Automatisierung und Machine Learning.
Wieso ist es interessant? Digitale Werkzeuge sind in Studium, Entwicklung und Industrie unverzichtbar. Das Modul zeigt, wie Studierende eigene Ideen mit kleinen Programmen umsetzen und technische Aufgaben effizienter bearbeiten können.

Lernpfad Elektronik

Der Lernpfad Elektronik befähigt die Studierenden, elektronische Komponenten, Sensoren und analoge Schaltungen systematisch zu analysieren, zu dimensionieren, praktisch aufzubauen und messtechnisch zu bewerten. Dabei entwickeln sie Kompetenzen im Modellieren technischer Problemstellungen, im Anwenden ingenieurwissenschaftlicher Methoden sowie im Interpretieren experimenteller und simulativer Daten.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads elektronische Komponenten, Sensoren sowie analoge Schaltungen systematisch analysieren, dimensionieren, praktisch aufbauen, messtechnisch überprüfen und fachlich nachvollziehbar bewerten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Modellieren und Strukturieren elektronischer Problemstellungen, im Anwenden ingenieurwissenschaftlicher Methoden, im Analysieren und Interpretieren von Mess- und Simulationsdaten sowie im Entwurf und Test elektronischer Teilsysteme.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - Sensorsignale erfassen, Messschaltungen auslegen und Messergebnisse bewerten,
  - Halbleiterbauelemente charakterisieren, Kennlinien und Parameter bestimmen und daraus Grundschaltungen ableiten,
  - Operationsverstärker-, Verstärker-, Rechen- und Filterschaltungen analysieren, simulieren, dimensionieren und praktisch verifizieren,
  - fortgeschrittene analoge Schaltungskonzepte wie Stabilisierungs-, Anpass-, Oszillator-, Wandler- und Leistungsverstärkerschaltungen anwenden,
  - Bauelemente, Arbeitspunkte, Funktionsgruppen und Signalverläufe in Labor- und Projektaufgaben dokumentieren und bewerten,
  - im Capstone-Projekt eine analoge Schaltungsaufgabe eigenständig analysieren, dimensionieren, aufbauen, messen, evaluieren, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs-, Analyse- und Qualitätssicherungsaufgaben elektronische Schaltungen und sensorbasierte Teilsysteme begründet auslegen, realisieren und beurteilen können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der Anwendungsebene zur integrierten Projektaufgabe: Die Studierenden strukturieren fachliche Problemstellungen, wenden geeignete Methoden und Werkzeuge an, bewerten Mess- und Simulationsdaten und führen Entwurf, Aufbau, Verifikation, Dokumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Elektronik

Worum geht es? Der Lernpfad Elektronik zeigt, wie aus physikalischen Effekten, Bauelementen und Schaltungsideen funktionsfähige elektronische Teilsysteme entstehen. Die Studierenden arbeiten sich von der messtechnischen Erfassung technischer Größen über Halbleiterbauelemente, Operationsverstärker und Filter bis zu komplexeren analogen Schaltungen vor. Theorie, Simulation, Aufbau und Messung werden dabei konsequent miteinander verbunden. Am Ende steht ein Capstone-Projekt, in dem ein vollständiger elektronischer Entwurfsprozess durchlaufen und fachlich dokumentiert wird.

Wofür braucht man es? Die im Lernpfad aufgebauten Kompetenzen werden in Entwicklung, Versuch, Qualitätssicherung, Produktion und technischer Beratung benötigt, sobald sensorbasierte oder analoge elektronische Lösungen verstanden, ausgelegt oder bewertet werden müssen. Die Studierenden lernen, Messdaten kritisch einzuordnen, Bauteile und Schaltungen anwendungsgerecht auszuwählen und technische Entscheidungen nachvollziehbar zu begründen. Damit bereitet der Lernpfad auf Aufgaben vor, in denen elektronische Teilfunktionen zuverlässig, robust und prüfbar in größere Systeme integriert werden.

Wieso ist es interessant? Elektronik ist in nahezu allen technischen Produkten präsent, oft unsichtbar, aber entscheidend für Funktion, Sicherheit und Bedienbarkeit. Der Lernpfad macht erfahrbar, wie aus einzelnen Bauelementen reale technische Funktionen entstehen und warum sorgfältiges Messen, Simulieren und Dokumentieren so wichtig ist. Wer verstehen möchte, wie Sensoren, Verstärker, Filter, Wandler und Versorgungsschaltungen zusammenspielen, erhält hier einen praxisnahen und zusammenhängenden Einstieg.

BET101: Mess- und Sensortechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Measurement and Sensor Technology
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und grundlegende Rechenverfahren zur Auslegung und Bewertung von Messschaltungen.
- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: grundlegende Werkstoff- und Bauteileigenschaften als Kontext für physikalische Sensorprinzipien.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: mechanische Grundgrößen und statische Zusammenhänge als Grundlage mechanischer Messgrößen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Sensorsignale zielgerichtet erfassen, geeignete Messschaltungen für elektrische, optische und magnetische Größen entwickeln und Messergebnisse methodisch begründet bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- physikalische Wirkprinzipien und Eigenschaften verschiedener Sensortypen untersuchen,
- geeignete Sensorschnittstellen und Messschaltungen auswählen und auslegen,
- Messverfahren mit Multimeter, Oszilloskop und LCR-Meter sowie mit spezialisierten Messsystemen, z. B. für E-/H-Feld, optische und gasanalytische Messgrößen durchführen,
- Brückenschaltungen und weitere Messanordnungen dimensionieren und anwenden,
- Messdaten bewerten, Fehlerquellen identifizieren und Kompensationsstrategien entwickeln,
- ihre Ergebnisse dokumentieren und nachvollziehbar begründen.

WOZU. um später in entwicklungstechnischen oder qualitätssichernden Aufgaben entscheiden zu können, wie sensorbasierte Messungen korrekt aufgebaut, durchgeführt und beurteilt werden.

Inhalte

- Einführung in die messtechnische Erfassung physikalischer Größen
- Grundbegriffe der Messtechnik und der Signalerfassung
- Physikalische Wirkprinzipien und Kenngrößen von Sensoren, elektrische, magnetische und optische Sensorprinzipien
- Überblick über weitere Sensorarten (z. B. gasanalytisch)
- Sensorschnittstellen und Messschaltungen
- Spannungsteiler, Konstantstromspeisung, Brückenschaltungen (z. B. Wheatstone-Brücke)
- grundlegende Signalaufbereitung
- Messverfahren und Messgeräte, Messungen mit Multimeter, Oszilloskop (Zeit- und Frequenzbereich) und LCR-Meter
- Einsatz spezialisierter Messsysteme, z. B. für E-/H-Feld-, optische und gasanalytische Messgrößen
- Auslegung und Dimensionierung einfacher Messschaltungen
- Messdatenaufnahme, -darstellung und -auswertung, Messfehler, Störeinflüsse und Messunsicherheiten
- Strategien zur Fehlerreduktion und -kompensation

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- E. Hering und G. Schönfelder: Sensoren in Wissenschaft und Technik, Springer 2023.
- H. Bernstein: Messelektronik und Sensoren, Springer 2024.
- H. R. Tränkler und L. M. Reindl: Sensortechnik, Springer 2015.
- H. Czichos: Mechatronik, Springer 2019.
- S. Hesse und G. Schnell: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation, Springer 2018.

Kurzporträt BET101: Mess- und Sensortechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, wie technische Systeme ihre Umgebung messen können. Studierende lernen, wie Sensoren elektrische, optische, magnetische oder andere physikalische Größen erfassen und wie daraus verwertbare Signale entstehen. Im Praktikum bauen und untersuchen Studierende Messschaltungen und lernen, Messergebnisse kritisch zu bewerten.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, wenn Messsysteme in Entwicklung, Versuch, Produktion oder Qualitätssicherung zuverlässig aufgebaut und beurteilt werden müssen. Die Kompetenzen helfen dabei, Sensoren passend auszuwählen, Messfehler zu erkennen und technische Entscheidungen auf belastbare Messdaten zu stützen.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie Geräte Temperatur, Licht, Abstand, Strom oder andere Größen erfassen, bekommt hier einen praxisnahen Einstieg. Das Modul zeigt, wie aus physikalischen Effekten echte Messwerte werden und warum sorgfältiges Messen eine Grundlage moderner Technik ist.

BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Ekaterina Nannen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Ekaterina Nannen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Semiconductor Devices and Basic Circuits
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und mathematische Grundverfahren zur Beschreibung von Kennlinien und Schaltungen.
- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: grundlegende Werkstoffeigenschaften und Bauteilbezüge für elektronische Komponenten.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: mechanische Grundgrößen als Kontext elektromechanischer und sensorischer Anwendungen.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Bauelemente, Ersatzmodelle und Analyse einfacher Gleichstromschaltungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende elektronische Bauelemente charakterisieren und daraus einfache analoge Grundschaltungen selbstständig entwerfen, realisieren und funktional überprüfen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Funktionsprinzipien und Kennlinien verschiedenster elektronischer Bauelemente erarbeiten und messen,
- Messdaten auswerten und Bauelementparameter bestimmen / ableiten, sowie mit den technischen Datenblättern kritisch abgleichen,
- Groß- und Kleinsignal-Ersatzschaltbilder anwenden, Arbeitspunkte bestimmen und dimensionieren,
- Grundschaltungen kennen, erklären, auslegen und überprüfen,
- Simulationen durchführen und mit Messungen vergleichen, um Nutzen und Grenzen der Modelle zu erkennen und die Eignungsbereiche sowie Optimierungen abzuleiten.

WOZU. Um später in Entwicklungs- und Analyseaufgaben sicher entscheiden zu können, welche Bauelementart und Technologie für eine technische Aufgabe geeignet ist und welches Verhalten realistisch zu erwarten ist.

Inhalte

- Grundlagen der Festkörperelektronik, MOS/MIS-Struktur, pn-Übergang,
- Dioden (pn-/pin-Dioden, Z-Dioden, Solarzellen, LEDs),
- Transistoren (FETs, Bipolar-Transistoren, IGBTs, HEMT, etc.), Thyristoren,
- Ideale und reale Bauelementparameter, Datenblätter, Kennlinien und Messmethoden,
- Groß- und Kleinsignalersatzschaltbilder,
- Ein- und Ausschaltverhalten, Belastungsgrenzen,
- Grundschaltungen und Simulation.

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Portfolioprüfung: handschriftlich geführtes Laborbuch (ca. 20 Seiten)

Literatur

- E. Ivers-Tiffee, W. von Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik. 10. Auflage, Springer Vieweg, 2007.
- M. Momeni: Grundlagen der Mikroelektronik. Hanser, 2019.
- U. Tietze, C. Schenk, E. Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik. 16. Auflage, Springer Vieweg, 2019.
- M. Reisch: Elektronische Bauelemente. 2. Auflage, Springer Vieweg, 2007.
- J. Lutz: Halbleiter-Leistungsbauelemente. Springer Vieweg, 2012.

Kurzporträt BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul führt in die Bauelemente ein, aus denen viele elektronische Geräte aufgebaut sind. Studierende lernen unter anderem Dioden, Transistoren und andere Halbleiterbauelemente kennen und untersuchen, wie sie sich in einfachen Schaltungen verhalten. Dabei verbinden Studierende Theorie, Simulation und Messung, um elektronische Grundschaltungen selbst zu verstehen und aufzubauen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, um in Entwicklungs- und Analyseaufgaben passende elektronische Bauelemente auszuwählen und ihr Verhalten realistisch einzuschätzen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für den Entwurf, die Fehlersuche und die Bewertung analoger elektronischer Schaltungen.
Wieso ist es interessant? Wer wissen möchte, was im Inneren elektronischer Geräte auf Bauteilebene passiert, findet hier den Einstieg. Das Modul macht verständlich, wie aus einzelnen Bauelementen funktionierende Schaltungen entstehen.

BET103: Operationsverstärker und Filter (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Operational Amplifiers and Filters
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: Signal- und Systembeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich sowie Übertragungsfunktionen und Filtergrundlagen.
- BET403: Regelungstechnik: Systemtheorie, Stabilitätsanalyse und Beschreibung dynamischer Systeme mit Übertragungsfunktionen.
- BET101: Mess- und Sensortechnik: Sensorsignale, Messschaltungen, Messverfahren und Bewertung von Messergebnissen.
- BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen: elektronische Bauelemente, Ersatzschaltbilder, Arbeitspunkte und analoge Grundschaltungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einfache Operationsverstärkerschaltungen planen, dimensionieren und hinsichtlich Stabilität, Frequenzverhalten und Nachhaltigkeit fundiert bewerten. Dabei werden zum einen analoge Rechenschaltungen behandelt, zum anderen werden sowohl aktive als auch adaptive Filterschaltungen studiert.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- den inneren Aufbau idealer und realer Operationsverstärker analysieren und die Arbeitsweise verstehen,
- geeignete Ersatzschaltbilder für reale OPV auswählen und einsetzen,
- OPV-Schaltungen mit elektrische Energie passend versorgen,
- Verstärker-, Vergleicher-, Filter- und Rechenschaltungen entwerfen und begründen,
- Stabilität, Übertragungsfunktion und innere Zustände analytisch und simulativ untersuchen und evaluieren,
- verschiedene Schaltungstopologien differenzieren,
- OPV-Schaltungen praktisch aufbauen und mit geeigneten Messverfahren verifizieren,
- Abweichungen beurteilen und gezielt kompensieren.

WOZU. Um später fundierte Entscheidungen bei der Auslegung präziser analoger Verstärker- und Filterstufen in Entwicklung und Analyse treffen zu können. Die erlernten Inhalte sind zudem zum Verständnis des folge Modules “Fortgeschrittene Schaltungstechnik” erforderlich und stellen hierfür die notwendigen Grundlagen auf.

Inhalte

- Grundlagen des Differenzverstärkers und Übergang zum Operationsverstärker,
- Operationsverstärker: ideal vs. real, Modelle, Parameter, Grundschaltungen als Verstärker, Stabilisierung und Spannungsversorgung,
- Bestimmung der Übertragungsfunktion, Eingangs- und Ausgangsimpedanz,
- wichtige OPV-Schaltungen: Rechenschaltungen, Impedanzwandler, Gyrator, Instrumentenverstärker, Komparatoren, Sägezahn- und Sinusgenerator,
- zweiseitige Laplace-Transformation, Bode-Diagramm, Pol-Nullstellen-Diagramm, Partialbruchzerlegung,
- Frequenzgangkorrektur von Operationsverstärkern, Verstärkungs-Bandbreite-Produkt,
- Toleranzdiagramme, Filtergüte, Gruppenlaufzeit, Minimal- und Maximalphasennetzwerke,
- Realisierung von aktiven Filterschaltungen, Sallen & Key Filter-Topologie, Filter mit Mehrfachgegenkopplung,
- Polynomfilter, Filter- und Bauelementtransformationen,
- Dimensionierung von aktiven Filterschaltungen,
- Grundlagen zu adaptiven Filtern und geschalteten Kondensatoren,
- Grundlagen zur Netzwerk- und Filtersynthese mit Hilfe der Lovering-Topologie,
- Empfindlichkeitsbetrachtungen und Sensitivitätsanalyse.

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Matthias Viehmann: Operationsverstärker: Grundlagen, Schaltungen, Anwendungen; Carl Hanser Verlag 2025.
- Lutz v. Wangenheim: Aktive Filter und Oszillatoren: Entwurf und Schaltungstechnik mit integrierten Bausteinen; Springer 2007.
- Wolfgang Reinhold: Elektronische Schaltungstechnik: Grundlagen der Analogelektronik mit Aufgaben und Lösungen; Hanser 2023.
- Ulrich Tietze, Christoph Schenk, Eberhard Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik; Springer 2019.
- Winfried Hill, Paul Horowitz: The Art of Electronics; Cambridge University Press 2015.

Kurzporträt BET103: Operationsverstärker und Filter (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Operationsverstärker, also vielseitige Bausteine für analoge elektronische Schaltungen. Studierende lernen, wie man Signale verstärkt, vergleicht, verarbeitet und mit Filtern gezielt verändert. Dazu werden Schaltungen berechnet, simuliert, aufgebaut und messtechnisch überprüft.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, wenn präzise Verstärker-, Mess- oder Filterstufen in technischen Geräten entwickelt oder bewertet werden. Die Kompetenzen sind besonders wichtig für Anwendungen, in denen Sensorsignale zuverlässig aufbereitet und störende Signalanteile reduziert werden müssen.
Wieso ist es interessant? Das Modul zeigt, wie schwache oder unübersichtliche Signale so verändert werden können, dass sie technisch nutzbar werden. Wer verstehen möchte, wie analoge Elektronik in Messgeräten, Audio-, Sensor- oder Steuerungssystemen arbeitet, bekommt hier zentrale Werkzeuge an die Hand.

BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Waldhorst	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Waldhorst
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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 Circuit Design
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: analoge Signalpfade, Frequenzverhalten, Übertragungsfunktionen und Filtergrundlagen.
- BET403: Regelungstechnik: Systemtheorie, Stabilitätsbetrachtungen und Regelkreisstrukturen.
- BET101: Mess- und Sensortechnik: Messschaltungen, Sensorschnittstellen und messtechnische Bewertung technischer Signale.
- BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen: Halbleiterbauelemente, Kennlinien, Ersatzschaltbilder und analoge Grundschaltungen.
- BET103: Operationsverstärker und Filter: Operationsverstärkerschaltungen, aktive Filter, Frequenzverhalten und Stabilitätsbewertung.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können analoge Schaltungen mit mehreren aktiven Bauelementen einordnen, modellieren, analysieren und funktional überprüfen. Dabei werden zum einen einzelne anwendungsspezifische Schaltungen behandelt, zum anderen werden sie anschließend in Kombination eingesetzt und diskutiert.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Schaltungen gegenüber Umwelteinflüssen stabilisieren,
- geeignete Strom- und Spannungsstabilisierungs- sowie -anpassschaltungen benutzen,
- Impedanzwandler und Treiberschaltungen auslegen,
- Oszillatoren, Mischer und Phasenschieber konzipieren,
- Frequenz- und Phasenregelungen anwenden,
- DC/DC- und AC/DC-Wandler erläutern und berechnen,
- verschiedene Leistungsverstärkertopologien differenzieren,
- AD/DA-Wandler verwenden.

WOZU. Studierende verwenden die erworbenen Kompetenzen, um die erforderliche Schaltungstechnik im Rahmen eines modernen Systementwicklungsprozesses zu erweitern, zu erneuern, auszulegen und bezüglich ihrer Effizienz und Nachhaltigkeit zu beurteilen.

Inhalte

- Grundlagen zur Schaltungsstabilisierung und Größenregelung mit analogen Schaltungen, z.B. Stromspiegel, Konstantstrom- u. Konstantspannungsquellen, strom- und spannungsgesteuerte Quellen,
- Schaltungstechnische Impedanz- und Leistungsanpassung, Pegelumsetzung,
- Grundlagen zu Instabilitätsbetrachtungen, Totzeitgliedern und deren Verwendung bei spannungsgesteuerten Oszillatoren (VCOs),
- Einsatz von Nichtlinearitäten zur Realisation von Mischern, Leistungsmesser und Phasenregelschleifen (PLL),
- Grundlagen zu geschalteten Induktivitäten, Ansteuerung durch PWM/PDM, Hoch- und Tiefsetzsteller, Berechnung von Verlustleistungen,
- Verzerrungs- vs. verlustleistungsarme Verstärkung, z.B. Gegentaktendstufen, Komplementärendstufen, Class-D Verstärker,
- Abtast-Halte-Schaltungen, AD-Umsetzung per Rampenverfahren, Wägeverfahren, Delta-Sigma-Modulation und Parallel-Umsetzer, sowie DA-Umsetzung per PWM/PDM und Parallel-Verfahren.

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Wolfgang Reinhold: Elektronische Schaltungstechnik: Grundlagen der Analogelektronik mit Aufgaben und Lösungen; Hanser 2023.
- Harald Hartl, Edwin Krasser, Peter Söser, Gunter Winkler: Elektronische Schaltungstechnik: Mit Beispielen in LTspice; Pearson 2019.
- Michael Reisch: Elektronische Bauelemente: Funktion, Grundschaltungen, Modellierung mit SPICE; Springer 2006.
- Ulrich Tietze, Christoph Schenk, Eberhard Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik; Springer 2019.
- Winfried Hill, Paul Horowitz: The Art of Electronics; Cambridge University Press 2015.

Kurzporträt BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul vertieft die analoge Schaltungstechnik über einfache Grundschaltungen hinaus. Studierende beschäftigen sich mit stabilisierten Strom- und Spannungsquellen, Treibern, Oszillatoren, Mischern, Wandlern, Leistungsverstärkern sowie AD- und DA-Umsetzung. Dabei lernen Studierende, komplexere Schaltungen zu analysieren, zu dimensionieren und hinsichtlich Funktion, Effizienz und Nachhaltigkeit zu beurteilen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, wenn elektronische Teilsysteme in modernen Produkten erweitert, angepasst oder neu entwickelt werden. Die Kompetenzen helfen dabei, Schaltungen nicht nur funktionsfähig, sondern auch robust, effizient und anwendungsgerecht auszulegen.
Wieso ist es interessant? Wer über einfache Schaltungen hinaus verstehen möchte, wie elektronische Systeme in realen Geräten zusammenspielen, ist in diesem Modul richtig. Es zeigt, wie aus einzelnen Schaltungsideen leistungsfähige Funktionen für Energieversorgung, Signalverarbeitung und Schnittstellen entstehen.

BET105: Elektronik - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei Prof. Dr. Christoph Degen Prof. Dr. Ekaterina Nannen Prof. Dr. Andreas Waldhorst Lehrpersonen des Sprachenzentrums
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch und Englisch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 3 P | 2 SL	**Engl. Titel**	Capstone Project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: Modellierung und Bewertung analoger Signalpfade im Zeit- und Frequenzbereich.
- BET403: Regelungstechnik: Systemtheorie, Stabilität und dynamisches Verhalten technischer Systeme.
- BET302: Digitale Systeme: digitale Grundschaltungen, Logik und digitale Systembausteine.
- BET101: Mess- und Sensortechnik: Sensorauswahl, Messschaltungen, Messverfahren und Bewertung von Messdaten.
- BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen: Auswahl, Charakterisierung und Anwendung elektronischer Bauelemente und Grundschaltungen.
- BET103: Operationsverstärker und Filter: Dimensionierung und Bewertung von Operationsverstärker-, Verstärker- und Filterschaltungen.
- BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik: komplexere analoge Schaltungen, Wandler, Stabilisierung, Anpassung und Leistungsverstärkung.
- BB001: StartING 1: fachsprachliche Englischkenntnisse, technische Fachsprache und grundlegende technische Kommunikationssituationen.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BET105a: Elektronik - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BET105b: IWA - Technisches Englisch*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, eine vorgegebene einfache analoge Schaltung, vorzugsweise bestehend aus Sensorik und Aktorik, selbstständig zu analysieren, zu dimensionieren, aufzubauen, messtechnisch zu überprüfen, zu evaluieren und fachlich nachvollziehbar zu dokumentieren und zu präsentieren. Darüber hinaus können sie technische Prozesse, Schaltungen und Arbeitsergebnisse in geeigneter Fachsprache darstellen und typische berufliche Kommunikationssituationen auf Englisch bewältigen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- ein individuelles Schaltbild, zum Beispiel eine Schaltung mit IR-Sender und IR-Empfänger zur Lampensteuerung, bearbeiten (*BET105a*),
- das vorgegebene Schaltbild analysieren und in Bau- und Funktionsgruppen unterteilen (*BET105a*),
- Funktionsgruppen einzeln und in Kombination untersuchen, dimensionieren und simulativ verifizieren (*BET105a*),
- die erforderlichen Bauelemente und Arbeitspunkte fachgerecht bestimmen (*BET105a*),
- die Gesamtschaltung aufbauen und mit geeigneten Messgeräten prüfen (*BET105a*),
- Arbeitspunkte, Signalverläufe und Realisationsabläufe dokumentieren (*BET105a*),
- die betriebsfähige Schaltung vorführen und zentrale Arbeitsschritte präsentieren (*BET105a*),
- technische Abläufe, Geräte, Produkte und Arbeitsergebnisse fachsprachlich beschreiben (*BET105b*),
- Präsentations-, Diskussions- und Feedbacksituationen im technischen Kontext auf Englisch üben (*BET105b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um analoge Schaltungen selbstständig zu realisieren, den Realisationsaufwand und den Entwicklungsprozess elektronischer Schaltungen realistisch einzuschätzen sowie fachliche Ergebnisse in technischen Projekt-, Dokumentations- und Kommunikationssituationen adressatengerecht darzustellen.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BET105a: Elektronik - Capstone-Projekt*

- Auswahl, Eingrenzung und Bearbeitung einer vorgegebenen analogen Schaltungsaufgabe
- Analyse des Schaltbilds und Unterteilung in Bau- und Funktionsgruppen
- fachgerechte Dimensionierung von Bauelementen und Arbeitspunkten
- Simulation einzelner Funktionsgruppen und der Gesamtschaltung
- Aufbau, Inbetriebnahme und Fehlersuche
- Überprüfung von Arbeitspunkten und Signalverläufen mit geeigneten Messgeräten
- Erstellung geeigneter fachlicher Artefakte, zum Beispiel Schaltungsunterlagen, Simulationen, Messprotokolle und technische Dokumentation
- fachliche Diskussion, Präsentation, Vorführung und Fachgespräch
- Nutzung von Feedback zur Überarbeitung

Veranstaltungsteil *BET105b: IWA - Technisches Englisch*

- technisches Fachvokabular
- Darstellung technischer Abläufe und Prozesse, zum Beispiel Produktionsschritte

- Erläuterung von Diagrammen, Skizzen und technischen Daten
- Beschreibung von Geräten, Produkten und technischen Arbeitsergebnissen
- technische Präsentationen
- kommunikative Situationen im Unternehmen, zum Beispiel Diskussionen, Meetings und Feedbackgespräche
- Phrasen und Redemittel für Präsentationen
- kooperative Kommunikationsstrukturen
- Reflexion des eigenen Arbeits- und Lernprozesses

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BET105b: IWA - Technisches Englisch*: schriftlicher Test (75 Minuten) sowie mündliche Leistung (Kurzpräsentationen, fachsprachliche Kommunikationsübungen und Reflexionsbeiträge) im Kursverlauf

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BET105a: Elektronik - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, Schaltungsunterlagen, Simulationsergebnisse, Messergebnisse, Nachweise zum Aufbau und zur Inbetriebnahme der Schaltung sowie eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BET105a: Elektronik - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Literatur und Unterlagen aus den Modulen „Digitaltechnik“, „Mess- und Sensortechnik“, „Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen“, „Operationsverstärker und Filter“ und „Fortgeschrittene Schaltungstechnik“
- anwendungsspezifische Datenblätter, Applikationsschriften und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BET105b: IWA - Technisches Englisch*

- Bonamy, David: *Technical English 4*, Pearson, 2022
- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BET105: Elektronik - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch)

Worum geht es? In diesem Modul führen Studierende die Inhalte des Lernpfads Elektronik in einem praxisnahen Projekt zusammen. Studierende analysieren, dimensionieren, simulieren, bauen und messen eine analoge Schaltung, zum Beispiel mit Sensorik und Aktorik. Zusätzlich üben Studierende, technische Ergebnisse verständlich zu dokumentieren, zu präsentieren und auch auf Englisch in fachlichen Situationen zu kommunizieren.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um elektronische Schaltungen in Entwicklungsprojekten eigenständig umzusetzen und den Aufwand eines realen Entwicklungsprozesses realistisch einzuschätzen. Ebenso wichtig ist die Fähigkeit, technische Ergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren, im Team abzustimmen und adressatengerecht zu präsentieren.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie das bisher Gelernte in einer zusammenhängenden praktischen Aufgabe angewendet wird. Wer erleben möchte, wie aus Analyse, Bauteilauswahl, Aufbau, Messung und Präsentation ein vollständiges Elektronikprojekt entsteht, bekommt hier genau diesen Praxisbezug.

Lernpfad Intelligente Signalverarbeitung

Der Lernpfad Intelligente Signalverarbeitung befähigt die Studierenden, Signale und Systeme mathematisch zu modellieren, im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren und daraus geeignete Verfahren der analogen und digitalen Signalverarbeitung abzuleiten. Studierende lernen, Mess- und Prozessdaten systematisch aufzubereiten, zu interpretieren und für datenbasierte technische Entscheidungen nutzbar zu machen.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads Signale, Systeme sowie Mess- und Prozessdaten mathematisch modellieren, im Zeit- und Frequenzbereich analysieren, analog und digital verarbeiten und für technische Entscheidungen auswerten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Strukturieren signaltechnischer Problemstellungen, im Anwenden mathematischer und algorithmischer Methoden, im Bewerten experimenteller und simulativer Daten sowie im Entwurf und Test signalverarbeitender Systeme.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - kontinuierliche und diskrete Signale mit mathematischen Methoden beschreiben, transformieren und analysieren,
  - analoge Systeme, Filter, Übertragungsfunktionen und Signalpfade modellieren, simulieren und messtechnisch überprüfen,
  - digitale Signale und zeitdiskrete Systeme mit Verfahren wie Abtastung, Quantisierung, DFT/FFT, z-Transformation sowie FIR- und IIR-Filterentwurf bearbeiten,
  - industrielle Daten aufbereiten, analysieren, visualisieren und datenbasierte Modelle zur Bewertung technischer Prozesse einsetzen,
  - Mess-, Simulations- und Prozessdaten kritisch interpretieren und die Grenzen der verwendeten Modelle und Verfahren reflektieren,
  - im Capstone-Projekt ein sensorbasiertes Mess- und Analysesystem entwickeln, implementieren, validieren, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs-, Analyse- und datengetriebenen Optimierungsaufgaben Signale und technische Daten fundiert erfassen, verarbeiten, interpretieren und für belastbare Entscheidungen nutzbar machen können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der methodischen Anwendung zur integrierten Systemaufgabe: Die Studierenden strukturieren technische Problemstellungen, wenden geeignete Werkzeuge an, bewerten Mess- und Simulationsdaten und führen Analyse, Entwurf, Validierung, Dokumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Intelligente Signalverarbeitung

Worum geht es? Der Lernpfad Intelligente Signalverarbeitung verbindet mathematische Modellierung, analoge und digitale Signalverarbeitung sowie datenbasierte Auswertung technischer Mess- und Prozessdaten. Die Studierenden lernen, Signale im Zeit- und Frequenzbereich zu beschreiben, Systeme zu analysieren und geeignete Verfahren zur Filterung, Merkmalsbildung und Interpretation auszuwählen. Neben klassischen Methoden der Signalverarbeitung werden auch industrielle Datenanalyse und anwendungsnahe Auswertungsszenarien behandelt. Im Capstone-Modul werden diese Bausteine zu einem sensorbasierten Analyse- oder Verarbeitungssystem zusammengeführt.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen sind zentral, wenn technische Systeme überwacht, Messdaten bewertet, Prozesse optimiert oder datenbasierte Entscheidungen vorbereitet werden müssen. Typische Anwendungsfelder reichen von Prüftechnik und Zustandsüberwachung über industrielle Automatisierung bis zu intelligenten Sensor- und Diagnosesystemen. Die Studierenden lernen, Rohdaten nicht nur zu erfassen, sondern strukturiert aufzubereiten, kritisch zu interpretieren und die Grenzen von Verfahren und Modellen zu erkennen.
Wieso ist es interessant? Viele moderne technische Systeme erzeugen große Mengen an Daten, die erst durch passende Signalverarbeitung verständlich und nutzbar werden. Der Lernpfad zeigt, wie aus Messwerten belastbare Informationen entstehen und wie mathematische Methoden konkrete technische Entscheidungen unterstützen. Wer wissen möchte, wie Störungen unterdrückt, Muster erkannt, Systeme charakterisiert und Daten sinnvoll ausgewertet werden, findet hier den verbindenden roten Faden.

BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung

Modulverantwortung	Prof. Dr. Steffen Goebbels	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Steffen Goebbels
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Mathematical Methods for Signal Processing
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB001: StartING 1: aufgefrischte mathematische Eingangsvoraussetzungen aus dem Anpasskurs Mathematik.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erwerben in diesem Modul ein den Inhalten entsprechendes fundiertes anwendungsorientiertes mathematisches Grundlagenwissen und sind in der Lage, das Erlernte in ihrer Ingenieurdisziplin einzusetzen. Sie können das Erlernte erklären, periodische und nicht-periodische kontinuierliche und diskrete Signale im Frequenz- und im Zeitbereich darstellen und manipulieren.

WOMIT. Der Kompetenzerwerb geschieht über Vorlesungen und Übungen. In den Übungen und Hausaufgaben analysieren die Studierenden manuell und unter Einsatz von Standard-Software Signale im Zeit- und im Frequenzbereich. Darüber hinaus wird das Selbststudium über Lehrbücher durch Inverted-Classroom-Elemente gefördert.

WOZU. Die im Modul vermittelten mathematischen Werkzeuge werden in den weiteren Veranstaltungen des Lernpfads “Intelligente Signalverarbeitung” benötigt. In der Berufspraxis werden sie u. a. zur Beschreibung und Implementierung von analogen und digitalen Filtern und bei der Diskretisierung von Signalen durch Abtastung eingesetzt. Es gibt Querbezüge in die Systemtheorie, in der ebenfalls mit Darstellungen im Frequenzbereich gearbeitet wird.

Inhalte

- Fourier-Reihen und Faltung periodischer Funktionen
- Übergang zur Fourier-Transformation, Faltung nicht-periodischer Funktionen
- Diskrete Fourier-Transformation und diskrete Faltung, motiviert durch die numerische Berechnung von Fourier-Reihen und der Fourier-Transformation
- dazu kurze Einführung in die verwendeten Begriffe der Linearen Algebra wie Matrizen und Lineare Abbildungen
- Exakte Darstellung bandbegrenzter periodischer und nicht-periodischer Funktionen über Abtastwerte (Sampling-Theorem)
- Distributionen (insbesondere Delta-Distribution als neutrales Element der Faltung, Dirac-Kamm)
- Signal-Statistik (beschreibende Statistik, Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung wie Erwartungswert und Varianz)

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2012, https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8643-9
- Steffen Goebbels und Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden: Differenzial- und Integralrechnung, Lineare Algebra (Auflage 4, Band 1), Springer Spektrum, Berlin, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-662-68367-5
- Steffen Goebbels und Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden: Differenzialgleichungen, Fourier- und Vektoranalysis, Laplace-Transformation und Stochastik (Auflage 4, Band 2), Springer Spektrum, Berlin, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-662-68369-9

Kurzporträt BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende mathematische Werkzeuge kennen, mit denen Signale beschrieben und untersucht werden können. Studierende beschäftigen sich mit Zeit- und Frequenzdarstellungen, Fourier-Methoden, Faltung, Abtastung und grundlegender Signalstatistik. In Übungen wenden Studierende diese Methoden von Hand und mit Standard-Software auf typische Signalverläufe an.

Wofür braucht man es? Diese Grundlagen werden benötigt, um analoge und digitale Filter, Abtastverfahren und Signalmodelle in technischen Anwendungen zu verstehen. Die Kompetenzen helfen dabei, Messdaten und Signalverläufe mathematisch sauber zu beschreiben und technische Entscheidungen nachvollziehbar zu begründen.

Wieso ist es interessant? Wer wissen möchte, wie aus scheinbar unübersichtlichen Kurven verständliche Informationen werden, findet hier den Einstieg. Das Modul zeigt, warum Mathematik ein praktisches Werkzeug für moderne Signalverarbeitung ist.

BET202: Analoge Signale und Systeme (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Degen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Degen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Analog Signals and Systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Bauelemente und Analyse einfacher Netzwerke.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: Wechselstromgrößen, frequenzabhängige Netzwerke, komplexe Darstellung und Filtergrundlagen.
- BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung: Fourier-Reihen, Fourier-Transformation, Faltung und Signalbeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können kontinuierliche Signale sowie lineare zeitinvariante analoge Systeme modellieren, analysieren und ihr Verhalten im Zeit- und Frequenzbereich systematisch bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- zeit- und frequenzabhängige Signalbeschreibungen anwenden und zwischen Zeit- und Spektraldarstellungen sicher wechseln,
- die Fourier-Reihen und Fourier-Transformation herleiten, interpretieren und zur Signal- und Systemanalyse nutzen,
- Übertragungsfunktionen analoger Systeme bestimmen und deren Einfluss auf Amplitude, Phase und Energiefluss erklären,
- analoge Filter (z. B. RC-, RL-, RLC-Filter) modellieren, entwerfen und bewerten,
- Leitungsgleichungen, Wellenimpedanz und Reflexionsverhalten analysieren und auf praktische Anwendungen übertragen,
- Zweitore mithilfe von Impedanz-, Admittanz-, und Kettenmatrizen modellieren, die Parameter aus Schaltungen oder Leitungsabschnitten ableiten und Zweitore systematisch zu komplexeren Signalpfaden kombinieren,
- Simulationen (z. B. LTSpice) zur Überprüfung von Systemverhalten nutzen und mit Messwerten aus Laborversuchen abgleichen,
- Ergebnisse und Entscheidungen technisch sauber dokumentieren und nachvollziehbar begründen.

WOZU. um später fundiert beurteilen zu können, wie analoge Signalpfade, Filterstufen oder Übertragungsleitungen in technischen Systemen ausgelegt, optimiert und zuverlässig betrieben werden müssen.

Inhalte

- Fourier-Reihe periodischer Signale
- Fourier-Transformation zeitkontinuierlicher Signale
- Amplituden- und Phasenspektrum
- (Impulsantwort, Faltung, Systemfunktion)
- Übertragungsfunktionen und Bode-Darstellungen
- RC-, RL-, RLC-Filter (TP, HP, BP, BS)
- Konzept von Grenzfrequenz, Dämpfung, Güte
- Modellierung von Leitungen (Ersatzschaltbilder, Wellenansatz), Leitungsgleichungen
- Wellenimpedanz, Ausbreitungskonstanten, Reflexion, Stehwellenverhältnisse
- Definition von Zweitoren, Impedanzmatrix, Admittanzmatrix,
- Zusammenschalten von Zweitoren (Reihen-, Parallel-, Kaskadenanordnung), z. B. zur Modellierung von Filtern
- Simulation analoger Systeme (z. B. LTSpice)
- Messung von Frequenzgängen
- Interpretation von Spektren und Bode-Plots

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Gert Hagmann: Grundlagen der Elektrotechnik. 18. Auflage, AULA Verlag GmbH 2020
- Gert Hagmann: Aufgabensammlung zu den Grundlagen der Elektrotechnik. 18. Auflage, AULA Verlag GmbH 2019
- Thomas Harriehausen, Dieter Schwarzenau: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, 23. Auflage, Springer Vieweg, 2013
- L.-P. Schmidt, G. Schaller, S. Martius: Grundlagen der Elektrotechnik - Netzwerke. Pearson, 2010.
- O. Beucher: Signale und Systeme: Theorie, Simulation, Anwendung. Springer Vieweg, 2015.

Kurzporträt BET202: Analoge Signale und Systeme (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Signale, die sich kontinuierlich verändern, und um analoge Systeme, die solche Signale übertragen oder verändern. Studierende lernen, Signale im Zeit- und Frequenzbereich zu betrachten und das Verhalten von Filtern, Leitungen und Zweitoren zu beschreiben. Im Praktikum vergleichen Studierende Simulationen und Messungen und lernen, Frequenzgänge und Spektren technisch zu interpretieren.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, wenn analoge Signalpfade, Filterstufen oder Übertragungsleitungen in Geräten ausgelegt und bewertet werden müssen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für zuverlässige Messketten, Kommunikationsstrecken und signalverarbeitende Systeme.
Wieso ist es interessant? Das Modul macht sichtbar, warum Signale auf Leitungen, in Filtern oder in Messsystemen nicht einfach unverändert bleiben. Wer verstehen möchte, wie analoge Technik Informationen formt und überträgt, bekommt hier zentrale Werkzeuge an die Hand.

BET203: Digitale Signalverarbeitung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Michael Gref	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Michael Gref
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Digital Signal Processing
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung: Abtastung, Fourier-Methoden, Faltung und mathematische Beschreibung von Signalen.
- BET202: Analoge Signale und Systeme: analoge Signal- und Systemmodelle, Frequenzgänge, Filter und Übertragungsfunktionen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, digitale Signale und zeitdiskrete Systeme mathematisch zu beschreiben und zu analysieren sowie digitale Filter methodisch zu entwerfen und praktisch zu realisieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Verfahren der Abtastung und Quantisierung anwenden und deren Auswirkungen auf digitale Signale untersuchen,
- zeitdiskrete Signale mithilfe der DTFT, DFT und FFT im Frequenzbereich analysieren und die resultierenden Spektren interpretieren,
- zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand von Impulsantwort, Faltung, Frequenzgang und z-Transformation modellieren und analysieren,
- FIR- und IIR-Filter nach vorgegebenen technischen Anforderungen methodisch entwerfen und hinsichtlich ihres Übertragungsverhaltens bewerten,
- digitale Filtersysteme auf geeigneten Software- oder Hardwareplattformen implementieren, testen und anhand realer Signale untersuchen.

WOZU. Sie wenden diese Kompetenzen an, um reale Sensor-, Audio- sowie Steuer- und Regelungssignale fachgerecht zu verarbeiten, Störungen zu reduzieren, Frequenzanteile gezielt zu beeinflussen und damit technische Problemstellungen in elektrotechnischen Anwendungen effizient zu lösen.

Inhalte

- Einführung und Motivation: Digitale vs. analoge Signalverarbeitung, Anwendungen
- Abtastung & Quantisierung: Grundprinzipien der Digitalisierung (PCM), Abtasttheorem, Aliasing, Quantisierungsrauschen
- Zeitdiskrete Fourier-Analyse: DTFT, DFT, FFT, Fensterung, Spektren realer Signale
- Zeitdiskrete Systeme: DLTI-Modelle, Impulsantwort, diskrete Faltung, Frequenzgang, Systemantwort im Zeit- und Frequenzbereich
- Filterentwurf & Realisierung: FIR-Filter (Fenstermethode, Filtertransformation), IIR-Filter, z-Transformation, Pol-Nullstellen-Darstellung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- A. V. Oppenheim, R. W. Schafer: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. 3. Auflage, Oldenbourg Verlag, 1999.
- D. C. von Grüningen: Digitale Signalverarbeitung. VDE Verlag, 2014.
- J. G. Proakis, D. G. Manolakis: Introduction to Digital Signal Processing. Macmillan Publishing Company, 1988.
- A. Lacroix: Digitale Filter. Oldenbourg Verlag, 1996.
- K. D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. 7. Auflage, Springer Vieweg, 2012.

Kurzporträt BET203: Digitale Signalverarbeitung (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul zeigt, wie Signale nach der Digitalisierung mathematisch beschrieben und verarbeitet werden. Studierende lernen Abtastung, Quantisierung, Fourier-Analyse, z-Transformation sowie den Entwurf digitaler FIR- und IIR-Filter kennen. Im Praktikum setzen Studierende digitale Filtersysteme praktisch um und untersuchen deren Wirkung auf reale Signale.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Sensor-, Audio-, Steuer- und Regelungssignale digital aufzubereiten. Die Kompetenzen helfen dabei, Störungen zu reduzieren, Frequenzanteile gezielt zu beeinflussen und digitale Signalverarbeitung effizient in technische Systeme einzubinden.
Wieso ist es interessant? Digitale Signalverarbeitung steckt in Smartphones, Messgeräten, Fahrzeugen, Medizintechnik und Industrieanlagen. Das Modul zeigt, wie aus abgetasteten Messwerten nutzbare technische Informationen entstehen.

BET204: Data Science für Industrie 4.0 (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Quix	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Quix
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Data Science for Industry 4.0
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Python, strukturierte Datenverarbeitung und grundlegende Datenanalyse.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden beherrschen den grundlegenden Prozess der Aufbereitung und Analyse von Mess- und Prozessdaten aus ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen. Sie können Daten aus typischen Sensor- und Systemquellen erfassen, bereinigen, transformieren und zur Modellbildung für Anwendungen wie Fehlerdiagnose oder Zustandsüberwachung einsetzen. Zudem sind sie in der Lage, geeignete Methoden des maschinellen Lernens bspw. zur Klassifikation oder Regression auszuwählen und deren Ergebnisse fachgerecht zu interpretieren.

WOMIT. Die Studierenden wenden zentrale Methoden der Datenverarbeitung in technischen Systemen an. Dazu implementieren relationale Modelle in SQL-Datenbanksystemen, lesen Sensordaten über industrielle Kommunikationsprotokolle wie OPC UA oder MQTT ein, bereiten Daten mittels Cleaning, Transformation und Feature Engineering auf und visualisieren Analyseergebnisse mit gängigen Data-Science-Bibliotheken. Darüber hinaus setzen sie grundlegende Verfahren des maschinellen Lernens sowie neuronale Netze in Python-basierten Umgebungen ein, um Modelle für elektrotechnische Anwendungen zu entwickeln und zu evaluieren.

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um datengetriebene Verfahren in elektrotechnischen Anwendungen zielgerichtet einzusetzen. Sie tragen zur Analyse und Optimierung von Produktions- und Energiesystemen bei, unterstützen die Entwicklung vernetzter und intelligenter Geräte, realisieren Lösungen zur Zustandsüberwachung und Fehlerdiagnose und integrieren Datenverarbeitungsschritte in digitale Prozesse der Industrie 4.0. Dabei sind sie in der Lage, datenbasierte Entscheidungen vorzubereiten und technische Systeme auf Grundlage belastbarer Analyseergebnisse weiterzuentwickeln.

Inhalte

- Grundlagen der Datenmodellierung und von Datenbanktechnologien
- Verarbeitung von industriellen Datenströme und Sensordaten
- Datenaufbereitung und -integration
- Datenvisualisierung und explorative Analyse
- Klassische Verfahren des maschinellen Lernens
- Grundlagen von neuronalen Netzen und Deep Learning

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- A. Géron: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd edition, O'Reilly, 2022.
- J. VanderPlas. Python Data Science Handbook. 2nd edition, O'Reilly, 2023.
- M.J. Neuer: Machine Learning for Engineers - Introduction to Physics-Informed, Explainable Learning Methods for AI in Engineering Applications. Springer, 2024.
- A. Lindholm, N. Wahlström, F. Lindsten, T.B. Schön: Machine Learning - A First Course for Engineers and Scientists. Cambridge University Press, 2022.
- J.D. Kelleher, B. Tierney: Data Science. MIT Press, 2018.

Kurzporträt BET204: Data Science für Industrie 4.0 (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, technische Mess- und Prozessdaten systematisch aufzubereiten und auszuwerten. Studierende beschäftigen sich mit Datenbanken, industriellen Kommunikationsprotokollen, Datenbereinigung, Visualisierung, Feature Engineering und grundlegenden Verfahren des maschinellen Lernens. Im Praktikum setzen Studierende typische Data-Science-Werkzeuge ein, um technische Daten zu analysieren und Modelle zu bewerten.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, wenn Produktions-, Energie- oder Gerätesysteme datenbasiert überwacht, optimiert oder diagnostiziert werden sollen. Die Inhalte ermöglichen es, aus Sensordaten belastbare Hinweise für Fehlerdiagnose, Zustandsüberwachung und technische Entscheidungen abzuleiten.
Wieso ist es interessant? Moderne Technik erzeugt große Mengen an Daten, die erst durch geeignete Auswertung wirklich nützlich werden. Das Modul zeigt, wie aus Rohdaten verständliche Muster, Prognosen und Entscheidungen entstehen können.

BET205: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone (mit IWA - Methoden des Spezifikationsmanagements)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei Prof. Dr. Christoph Degen Prof. Dr. Michael Gref Prof. Dr. Patric Enewoldsen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 1 SL	**Engl. Titel**	Capstone Project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET201: Mathematische Methoden der Signalverarbeitung: Fourier-Methoden, Faltung, Abtastung und Signalstatistik.
- BET202: Analoge Signale und Systeme: analoge Signalpfade, Filter, Frequenzgänge und messtechnische Bewertung analoger Systeme.
- BET203: Digitale Signalverarbeitung: Abtastung, Quantisierung, diskrete Fourier-Analyse, z-Transformation und digitale Filter.
- BET204: Data Science für Industrie 4.0: Datenaufbereitung, Feature Engineering, Visualisierung und maschinelles Lernen für technische Mess- und Prozessdaten.
- BB002: StartING 2: ingenieurwissenschaftliches Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Präsentation.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BET205a: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BET205b: IWA - Spezifikationsmanagement*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein vollständiges sensorbasiertes Mess- und Analysesystem zu entwickeln, umzusetzen, zu validieren und fachlich nachvollziehbar zu dokumentieren und zu präsentieren. Dazu gehören insbesondere Sensorauswahl, analoge und digitale Signalverarbeitung sowie datenanalytische Auswertung. Darüber hinaus können sie Kundenwünsche und technische Anforderungen strukturiert erfassen, bewerten und in eine vollständige technische Spezifikation für ein Ingenieurprojekt überführen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- eine physikalische Messgröße analysieren und einen geeigneten Sensor hinsichtlich Funktionsprinzip, Messbereich, Genauigkeit und ökonomischer Rahmenbedingungen auswählen (*BET205a*),
- eine analoge und digitale Vorverarbeitung konzipieren und implementieren (z. B. Filterung, Verstärkung, Abtastung, Feature-Extraktion) (*BET205a*),
- ein datenanalytisches oder maschinelles Lernverfahren auswählen, begründen und zur Merkmalsanalyse oder Klassifikation einsetzen (*BET205a*),
- ökologische (z. B. Energieeffizienz, Materialeinsatz) und wirtschaftliche Aspekte (Kosten, Herstellbarkeit, Komponentenwahl) in den Systementwurf integrieren (*BET205a*),
- das entwickelte Gesamtsystem anhand geeigneter Metriken und Testprozeduren evaluieren und die Ergebnisse kritisch validieren (*BET205a*),
- ihre Arbeit einschließlich methodischer Entscheidungen fachgerecht dokumentieren (*BET205a*),
- die Projektergebnisse in einem Fachgespräch bzw. einer Präsentation reflektiert und adressatengerecht kommunizieren (*BET205a*),
- Kundenwünsche durch gezielte Befragungstechniken erfassen und analysieren (*BET205b*),
- Anforderungen mittels Priorisierungsmethoden wie MoSCoW-Methode, ABC-Analyse oder paarweisem Vergleich bewerten (*BET205b*),
- ein strukturiertes Lastenheft erstellen (*BET205b*),
- daraus ein technisch umsetzbares Pflichtenheft ableiten (*BET205b*),
- Trade-off-Analysen zur Entscheidungsfindung bei Zielkonflikten durchführen (*BET205b*),
- KI-Technologien zur Effizienzsteigerung im Spezifikationsprozess einsetzen (*BET205b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um in interdisziplinären Entwicklungs- oder Forschungsprojekten fundiert entscheiden zu können, wie sensorbasierte Mess- und Analysesysteme konzipiert, effizient umgesetzt und valide bewertet werden. Zugleich sind sie befähigt, als Schnittstelle zwischen Kundenanforderungen und technischer Umsetzung tragfähige Projektgrundlagen zu schaffen.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BET205a: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone-Projekt*

- Auswahl, Eingrenzung und Bearbeitung einer sensorbasierten Mess- und Analyseaufgabe, zum Beispiel Mikrofon-Array für Audio-Beamforming
- Analyse einer physikalischen Messgröße
- Sensorauswahl hinsichtlich Funktionsprinzip, Dynamik, Störgrößen, Messbereich, Genauigkeit und Kosten
- Konzeption der Signalkette aus Sensorik, analoger Vorverarbeitung, digitaler Signalverarbeitung und Datenanalyse
- analoge Signalvorverarbeitung, zum Beispiel Verstärkung, Filterung, Anti-Aliasing, Rauschanalyse und Komponentenauswahl
- digitale Signalverarbeitung, zum Beispiel Abtastung, Quantisierung, Oversampling, digitale Filter, Feature-Extraktion und Merkmalsräume
- Implementierung in Software oder Embedded-Hardware
- Datenanalyse und Machine Learning, zum Beispiel Klassifikation, Regression, Clustering, Normalisierung, Dimensionsreduktion sowie

Trainings- und Validierungsstrategien
- ökologische und wirtschaftliche Bewertung, zum Beispiel Energieeffizienz, Material- und Ressourcenverbrauch, Komponenten- und Herstellungskosten sowie Abwägung von Performance und Aufwand
- Systemvalidierung und Evaluation anhand geeigneter Metriken, Testprozeduren, Testprotokolle, Unsicherheitsbetrachtungen und Robustheitsanalysen
- Erstellung geeigneter fachlicher Artefakte, zum Beispiel Systemkonzept, Schaltungs- und Signalverarbeitungsunterlagen, Datenauswertungen, Testprotokolle und technische Dokumentation
- fachliche Diskussion, Präsentation und Fachgespräch
- Nutzung von Feedback zur Überarbeitung

Veranstaltungsteil *BET205b: IWA - Spezifikationsmanagement*

- Grundlagen und Struktur von Lastenheften
- Aufbau und Anforderungen an Pflichtenhefte
- Methoden der Anforderungsanalyse und -erhebung
- Techniken zur Klärung echter Kundenwünsche, zum Beispiel Stakeholder-Analyse und Interview-Techniken
- Priorisierungsmethoden, zum Beispiel MoSCoW-Methode, ABC-Analyse und paarweiser Vergleich
- Bewertungs- und Entscheidungsmethoden
- Perspektivwechsel zwischen Kundennutzen und technischer Machbarkeit
- Kreativitätstechniken, Brainstorming und strukturierte Ideenentwicklung
- Einsatz von KI-Technologien im Spezifikationsmanagement, zum Beispiel Prompting, Dokumentenanalyse und Anforderungsstrukturierung
- technische Präsentation von Anforderungen und Spezifikationen
- Feedback, Peer Review und Reflexion des eigenen Arbeits- und Lernprozesses

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BET205b: IWA - Spezifikationsmanagement*: technische Spezifikation (Lastenheft und Pflichtenheft, 12-18 Seiten), Präsentation (15 Minuten), Teilnahme an 3-4 Feedbackgesprächen (je 20 Minuten), Peer-Review-Beteiligung sowie Priorisierungsübung (digitaler Prüfbogen)

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BET205a: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Systemkonzept, Unterlagen zur Sensorauswahl, analogen und digitalen Signalverarbeitung sowie Datenanalyse, Implementierungsnachweise, Testprotokolle, Validierungsergebnisse und eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BET205a: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Bücher und Unterlagen der Module „Analoge Signale und Systeme“, „Digitale Signalverarbeitung“ und „Data Science“
- anwendungsspezifische Datenblätter, Applikationsschriften, technische Dokumentationen und Datensätze

Veranstaltungsteil *BET205b: IWA - Spezifikationsmanagement*

- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen zum Anforderungs- und Spezifikationsmanagement
- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BET205: Intelligente Signalverarbeitung - Capstone (mit IWA - Methoden des Spezifikationsmanagements)

Worum geht es? In diesem Modul führen Studierende die Inhalte des Lernpfads in einem vollständigen sensorbasierten Mess- und Analysesystem zusammen. Studierende wählen Sensoren aus, konzipieren analoge und digitale Signalverarbeitung, setzen Datenanalyse oder maschinelles Lernen ein und validieren das Gesamtsystem. Zusätzlich lernen Studierende, Kundenwünsche und technische Anforderungen strukturiert in Lastenheft und Pflichtenheft zu überführen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Mess- und Analysesysteme in Entwicklungs- oder Forschungsprojekten von der Anforderung bis zur Bewertung umzusetzen. Ebenso wichtig ist die Fähigkeit, technische Lösungen mit wirtschaftlichen, ökologischen und kundenseitigen Anforderungen abzugleichen.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie Sensorik, Signalverarbeitung und Datenanalyse in einem echten System zusammenspielen. Wer erleben möchte, wie aus einer Messidee ein validiertes technisches Projekt entsteht, bekommt hier den passenden Praxisrahmen.

Lernpfad Embedded Systems

Der Lernpfad Embedded Systems befähigt die Studierenden, eingebettete Hard- und Softwaresysteme von der Anforderungsanalyse über Implementierung und Verifikation bis zur technischen Bewertung systematisch zu entwickeln. Im Mittelpunkt stehen die Verbindung von Mikrocontroller-Programmierung, digitalem Hardwareentwurf, Echtzeitverhalten, Vernetzung und grundlegenden Sicherheitsmechanismen.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads eingebettete Hard- und Softwaresysteme analysieren, strukturieren, implementieren, verifizieren, testen und hinsichtlich Funktionalität, Timing, Kommunikation und Sicherheit bewerten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Modellieren technischer Anforderungen, im Anwenden hardwarenaher Entwicklungswerkzeuge sowie im Entwurf dokumentierter, überprüfbarer und vernetzter Systemlösungen.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - Anforderungen an eingebettete Systeme analysieren und in Teilfunktionen, Softwaremodule und Schnittstellen überführen,
  - Mikrocontroller-Plattformen auswählen, Firmware in C entwickeln, testen, debuggen und dokumentieren,
  - digitale Systeme mit Hardware-Beschreibungssprachen entwerfen, simulieren, auf FPGAs implementieren und verifizieren,
  - Echtzeitanforderungen wie Periodizität, Deadlines, Jitter, Scheduling und Synchronisation modellieren, messen und nachweisen,
  - eingebettete Netzwerke und IoT-Kommunikation unter Berücksichtigung grundlegender Sicherheitsmechanismen bewerten und einsetzen,
  - im Capstone-Projekt eine integrierte embedded-mechatronische Aufgabenstellung entwickeln, implementieren, testen, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungsaufgaben eingebettete Systeme zuverlässig von der Anforderungsanalyse bis zur validierten Umsetzung realisieren und technische Entscheidungen zu Plattform, Architektur, Timing, Kommunikation und Sicherheit begründen können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der Anwendungsebene zur integrierten Projektaufgabe: Die Studierenden strukturieren Problemstellungen, wenden geeignete Methoden und Werkzeuge an und führen Entwurf, Implementierung, Verifikation, Test, Dokumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Embedded Systems

Worum geht es? Der Lernpfad Embedded Systems führt in die Entwicklung eingebetteter Hard- und Softwaresysteme ein, die technische Produkte steuern, überwachen und vernetzen. Die Studierenden arbeiten mit Mikrocontrollern, digitalen Systemen, Echtzeitanforderungen, Kommunikationsschnittstellen und grundlegenden Sicherheitsaspekten. Dabei geht es nicht nur um Programmierung, sondern um das Zusammenspiel von Anforderungen, Architektur, Implementierung, Test und Dokumentation. Im Capstone-Projekt werden diese Elemente in einem integrierten eingebetteten System zusammengeführt.

Wofür braucht man es? Eingebettete Systeme sind Grundlage vieler Anwendungen in Automatisierung, Medizintechnik, Mobilität, Energie- und Produktionstechnik sowie Robotik. Die im Lernpfad aufgebauten Kompetenzen helfen, geeignete Hardware- und Softwarearchitekturen auszuwählen, zeitkritische Abläufe zu verstehen und vernetzte Systeme robust umzusetzen. Die Studierenden bereiten sich damit auf Entwicklungsaufgaben vor, in denen technische Anforderungen präzise umgesetzt, getestet und gegenüber funktionalen, zeitlichen und sicherheitsbezogenen Randbedingungen begründet werden müssen.

Wieso ist es interessant? Eingebettete Systeme machen technische Geräte intelligent und handlungsfähig. Der Lernpfad macht sichtbar, wie Software direkt mit realer Hardware, Sensoren, Aktoren und Kommunikationsnetzen zusammenspielt. Wer verstehen möchte, wie aus einem Mikrocontroller, digitalen Schaltungen und strukturierter Software ein verlässliches technisches System entsteht, erhält hier einen praxisnahen Zugang vom ersten Programm bis zum integrierten Prototyp.

BET301: Mikrocontroller-Programmierung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Matteo Zella	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Matteo Zella
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Microcontroller Programming
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Umsetzung einfacher Softwarelösungen.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, einfache Schaltungen und Schnittstellen als Kontext eingebetteter Hardware.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können für ein einfaches eingebettetes System eine lauffähige Firmware von der Anforderungsanalyse bis zum Debugging systematisch entwickeln, dokumentieren und hinsichtlich Funktionalität und Effizienz bewerten

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Anforderungen an ein einfaches eingebettetes System analysieren und in Teilfunktionen zerlegen,
- eine passende Mikrocontroller-Plattform auswählen und zentrale Architekturmerkmale begründen,
- C-Module für grundlegende Peripherie im Rahmen eines Mini-Projekts implementieren und testen,
- den Build-Prozess konfigurieren und anpassen,
- mit Debugger, Logging und Messmitteln systematisch Fehler suchen, eingrenzen und beheben,
- Versionsverwaltung einsetzen, um Entwicklungsschritte nachzuvollziehen und den Projektfortschritt zu dokumentieren

WOZU. um im weiteren Studium technische Problemstellungen eigenständig in Softwarelösungen zu überführen, systematisch zu verbessern und so ihre allgemeine Programmier- und Problemlösekompetenz in ingenieurwissenschaftlichen Kontexten zu stärken.

Inhalte

- Grundlagen eingebetteter Systeme und Entwicklungsumgebung
- C-Programmierung im Embedded-Kontext
- Mikrocontroller-Architekturen und Peripherie
- Sensoranbindung und einfache Schnittstellen
- Entwicklungsprozess und Debugging

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Präsentation (20 Minuten), schriftliche Ausarbeitung (20 Seiten)

Literatur

- Ritschel, P.: Embedded Systems mit RISC-V und ESP32-C3 - Eine praktische Einführung in Architektur, Peripherie und eingebettete Programmierung. dpunkt.verlag, Heidelberg, 2023.

Kurzporträt BET301: Mikrocontroller-Programmierung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie kleine eingebettete Computersysteme programmiert werden. Studierende entwickeln Firmware in C, binden einfache Peripherie und Sensoren an und arbeiten mit Build-Prozess, Debugger, Logging und Versionsverwaltung. Im Praktikum entsteht Schritt für Schritt ein lauffähiges eingebettetes System.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um technische Anforderungen in hardwarenahe Softwarelösungen zu überführen. Die Kompetenzen helfen dabei, eingebettete Geräte systematisch zu entwickeln, zu testen, zu verbessern und nachvollziehbar zu dokumentieren.
Wieso ist es interessant? Mikrocontroller stecken in vielen Alltags- und Industrieprodukten, von Sensorgeräten bis zu Steuerungen. Das Modul zeigt, wie Software direkt mit realer Hardware zusammenarbeitet.

BET302: Digitale Systeme (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Benedikt Janßen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Benedikt Janßen Prof. Dr. Edwin Naroska
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Digital Systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: grundlegende Programmierkonzepte, Algorithmen und strukturierte Problemlösung.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Schaltungsgrundlagen und Bauelemente als Kontext digitaler Hardware.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende digitale Systeme für eine klar spezifizierte Aufgabe mit Hilfe einer Hardware-Beschreibungssprache entwerfen, auf einem FPGA implementieren und systematisch verifizieren

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- aus einer gegebenen Aufgabenbeschreibung boolesche Ausdrücke, kombinatorische Logik und einfache sequentielle Strukturen ableiten,
- ein digitales Hardware-Design strukturierter in einer Hardware-Beschreibungssprache implementieren,
- Ihre Designs mit Testbenches per Simulation verifizieren und das zeitliche Verhalten analysieren,
- typischen FPGA-Toolflows nutzen, um Ihre Designs für FPGAs zu implementieren,
- implementierte Designs auf einer FPGA-Plattform zu testen und zu verbessern,

WOZU. um in industriellen FPGA-Entwicklungsprozessen robuste Grundbausteine digitaler Systeme eigenständig und strukturiert zu entwickeln und sie in größere digitale Systeme integrieren zu können.

Inhalte

- Grundlagen digitaler Logik und Boolesche Algebra
- Kombinatorische und sequentielle Standardbausteine
- Register-Transfer-Level-Denken und Entwurfsmodelle
- Einführung in eine Hardware-Beschreibungssprache und simulationsbasierte Verifikation
- Einführung in den FPGA-Entwicklungsprozess

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Digitaltechnik und digitale Systeme: Eine Einführung mit VHDL”; Jürgen Reichardt; 5., überarbeitete Auflage. - Berlin ; Boston: De Gruyter, 2021
- Digitaltechnik: Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller”; Winfried Gehrke, Marco Winzker; 8th ed. 2022. - Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, Imprint: Springer Vieweg, 2022

Kurzporträt BET302: Digitale Systeme (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul führt in den Entwurf digitaler Hardware ein. Studierende lernen boolesche Logik, kombinatorische und sequentielle Schaltungen sowie das Denken auf Register-Transfer-Ebene kennen. Mit einer Hardware-Beschreibungssprache entwerfen, simulieren und testen Studierende digitale Systeme auf einer FPGA-Plattform.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, wenn digitale Hardwarebausteine robust entwickelt und in größere Systeme integriert werden sollen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für FPGA-Entwicklung, hardwarenahe Signalverarbeitung und digitale Steuerlogik.
Wieso ist es interessant? Das Modul zeigt, dass digitale Technik nicht nur aus Software besteht, sondern auch aus gezielt entworfener Hardware. Wer verstehen möchte, wie schnelle und spezialisierte digitale Systeme entstehen, bekommt hier den Einstieg.

BET303: Echtzeitsysteme (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jürgen Quade	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jürgen Quade
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Real-Time Systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.
- BET301: Mikrocontroller-Programmierung: hardwarenahe Softwareentwicklung, Peripherienutzung, Debugging und Test eingebetteter Funktionen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können ein gegebenes Realzeitproblem analysieren und eine geeignete Echtzeitarchitektur entwerfen, die unter Berücksichtigung von Worst-Case-Szenarien ihre Zeitbedingungen einhält.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die Realzeitanforderungen eines gegebenen Systems hinsichtlich Periodizität, Deadline und Jitter analysieren,
- eine Multithreaded-Applikation als Taskgebilde auf Basis eines Realzeitbetriebssystems wie FreeRTOS oder Linux modellieren und deren zeitliches Verhalten charakterisieren,
- geeignete Technologien, beispielsweise Scheduling-Verfahren wie prioritätsgesteuertes Scheduling oder EDF, für die jeweilige Anwendung auswählen und konfigurieren,
- Synchronisationsmechanismen wie Semaphore und Mutexe implementieren und dabei potenzielle Probleme wie Prioritätsinversion berücksichtigen,
- Laufzeiten, Latenzen und Jitter durch Zeitmessungen erfassen,
- einen formalen Realzeitnachweis, zum Beispiel durch eine Response Time Analysis, durchführen

WOZU. um in der Lage zu sein, zuverlässige und zeitkritische eingebettete Systeme zu entwickeln, die den Anforderungen von Anwendungen mit harten Echtzeitanforderungen gerecht werden.

Inhalte

- Zeitliche Charakterisierung von Anforderungen und Taskgebilde
- Orts- und Raumabhängigkeit der Zeit
- Messung und Bewertung von Zeitverhalten
- Realzeitbetriebssysteme
- Realzeitarchitekturen (Threaded-Interrupts, Multi-Core,
- Multi-Kernel)
- Synchronisation und Nebenläufigkeit, insbesondere
- Prioritätsinversion
- Realzeitprogrammierung (z.B. Stack- und Heap-Prefault)
- Realzeitnachweis

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Jürgen Quade: Moderne Realzeitsysteme kompakt. dpunkt.verlag, 2012.

Kurzporträt BET303: Echtzeitsysteme (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Systeme, bei denen richtige Ergebnisse nur dann zählen, wenn sie rechtzeitig vorliegen. Studierende analysieren Zeitbedingungen wie Periodizität, Deadlines und Jitter und entwerfen geeignete Echtzeitarchitekturen. Im Praktikum untersuchen Studierende Scheduling, Synchronisation, Laufzeiten, Latenzen und formale Echtzeitnachweise.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um zuverlässige zeitkritische eingebettete Systeme zu entwickeln. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Lösungen für Anwendungen mit harten Echtzeitanforderungen planbar und nachweisbar umzusetzen.
Wieso ist es interessant? In vielen technischen Systemen kann eine verspätete Reaktion genauso problematisch sein wie eine falsche Reaktion. Das Modul zeigt, wie man Zeitverhalten nicht dem Zufall überlässt, sondern systematisch entwirft und überprüft.

BET304: Secure Embedded Networks (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Matteo Zella	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Matteo Zella
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Secure Embedded Networks
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Datenverarbeitung.
- BET301: Mikrocontroller-Programmierung: hardwarenahe Softwareentwicklung, Peripherienutzung und Implementierung eingebetteter Funktionen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können für ein eingebettetes Sensorsystem eine ende-zu-ende Kommunikationsstrecke zu einem Backend mit einem modernen IoT-Protokoll entwerfen, aufbauen, mit grundlegenden Sicherheitsmechanismen absichern und anhand geeigneter Tests bewerten

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- eine einfache Sensor-zu-Cloud-Aufgabe analysieren und passende Netzwerkprotokolle und Topologien auswählen,
- die Client-Server-Architektur und die Nachrichtenflüsse modellieren,
- auf einem Embedded-Device einen IoT-Client implementieren und mit einem Broker/Cloud-Dienst verbinden,
- grundlegende Sicherheitsmechanismen konfigurieren und in die Kommunikationsstrecke integrieren,
- mithilfe von Logs, Monitoring-Tools und einfachen Netzwerkanalysen Funktionalität, Robustheit und grundlegende Sicherheitsaspekte prüfen und bewerten

WOZU. um in industriellen IoT-Projekten eingebettete Geräte eigenständig und zielgerichtet an Gateways und Cloud-Plattformen anzubinden und dabei praxistaugliche, sichere Kommunikationslösungen auswählen und umsetzen zu können.

Inhalte

- Grundlagen vernetzter Embedded Systems und OSI-Modell
- Drahtlose Kommunikation im IoT
- IP-basierte Vernetzung und IoT-Protokolle
- Kryptografie und sichere Kommunikationspfade
- Security in IoT-Anwendungen und praktische Bedrohungsszenarien

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Wendzel, S.: IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2021.
- Bök, P.-B.; Schuba, M.: Computernetze und Internet of Things. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2020.

Kurzporträt BET304: Secure Embedded Networks (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul behandelt die Vernetzung eingebetteter Geräte mit Gateways, Brokern oder Cloud-Diensten. Studierende lernen IoT-Protokolle, Netzwerkarchitekturen, drahtlose Kommunikation und grundlegende Sicherheitsmechanismen kennen. Im Praktikum wird eine Sensor-zu-Cloud-Kommunikationsstrecke aufgebaut und hinsichtlich Funktionalität, Robustheit und Sicherheit bewertet.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um eingebettete Geräte in industrielle IoT-Umgebungen einzubinden. Die Kompetenzen helfen dabei, Kommunikationslösungen auszuwählen, umzusetzen und grundlegende Sicherheitsanforderungen zu berücksichtigen.
Wieso ist es interessant? Vernetzte Geräte sind nur dann nützlich, wenn sie zuverlässig und sicher kommunizieren. Das Modul zeigt, wie Sensordaten vom Gerät bis ins Backend gelangen und welche Risiken dabei beachtet werden müssen.

BET305: Embedded Systems - Capstone (mit IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Benedikt Janßen Prof. Dr. Edwin Naroska Prof. Dr. Jürgen Quade Prof. Dr. Matteo Zella
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 1 SL	**Engl. Titel**	Capstone Project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET301: Mikrocontroller-Programmierung: hardwarenahe Softwareentwicklung, Peripherienutzung und Implementierung eingebetteter Funktionen.
- BET302: Digitale Systeme: digitale Logik, Systembausteine und Entwurf digitaler Hardwarestrukturen.
- BET303: Echtzeitsysteme: zeitkritische Abläufe, Echtzeitanforderungen, Scheduling und Bewertung des Zeitverhaltens.
- BET304: Secure Embedded Networks: sichere eingebettete Kommunikation, Robustheit und Sicherheitsaspekte vernetzter Systeme.
- BB002: StartING 2: ingenieurwissenschaftliches Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Präsentation.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BET305a: Embedded Systems - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BET305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, für eine vorgegebene embedded-mechatronische Aufgabenstellung ein eingebettetes Hard- und Softwaresystem technisch fundiert zu entwickeln, zu integrieren, zu verifizieren, zu dokumentieren und fachlich nachvollziehbar zu präsentieren. Darüber hinaus können sie wissenschaftlich-technische Themen recherchieren, Quellen bewerten, Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards dokumentieren und adressatengerecht kommunizieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Anforderungen an ein eingebettetes System analysieren und daraus geeignete Use Cases sowie technische Teilfunktionen ableiten (*BET305a*),
- geeignete Hardware- und Softwarekomponenten analysieren, auswählen und begründen (*BET305a*),
- eine modulare Systemarchitektur mit klar definierten Schnittstellen entwerfen (*BET305a*),
- zentrale Software- und Hardwarebausteine implementieren und zu einem Gesamtsystem integrieren (*BET305a*),
- das Zeit-, Energie- und Ressourcenverhalten messen, analysieren und gezielt optimieren (*BET305a*),
- Sicherheits- und Robustheitsaspekte im Systemkontext identifizieren und adressieren (*BET305a*),
- die Systemintegration im Team planen, abstimmen und gemeinsam umsetzen (*BET305a*),
- systematische Literaturrecherchen zu wissenschaftlich-technischen Fragestellungen durchführen (*BET305b*),
- wissenschaftliche und technische Quellen bewerten und einordnen (*BET305b*),
- Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards dokumentieren (*BET305b*),
- eigene Arbeitsergebnisse im Peer-Review-Verfahren reflektieren und überarbeiten (*BET305b*),
- wissenschaftlich-technische Inhalte verständlich präsentieren und kommunizieren (*BET305b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um in embedded-mechatronischen Entwicklungsprojekten technische Lösungen vom Konzept bis zum demonstrierbaren Prototyp umzusetzen und ihre Arbeit methodisch fundiert, strukturiert und nachvollziehbar zu dokumentieren und zu kommunizieren.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BET305a: Embedded Systems - Capstone-Projekt*

- Anforderungsanalyse, Analyse von Hard- und Software-Komponenten
- Systemarchitektur und Technologieauswahl
- Organisation von Arbeitsgruppen
- Implementierung zentraler Systembausteine mit Software und Hardware
- Integration von Komponenten zu einem Gesamtsystem
- Messung, Verifikation und Optimierung von Teilkomponenten und Gesamtsystem
- Security und Robustheit im Systemkontext
- Dokumentation und Abschlusspräsentation

Veranstaltungsteil *BET305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*

- Wissenschaftliche Recherche in den Technikwissenschaften, einschließlich technischer Regularien und Normen
- Bewertung wissenschaftlicher und technischer Quellen
- wissenschaftlich-technische Dokumentation, Zitation und Darstellung des Stands der Technik

- Aufbau wissenschaftlicher und technischer Texte
- Peer Review und Überarbeitung wissenschaftlich-technischer Arbeitsergebnisse
- Präsentation und Kommunikation wissenschaftlich-technischer Inhalte

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BET305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*: Studienarbeit (8-10 Seiten), mündliche Prüfung (10-15 Minuten)

Prüfungsleistung

Projektarbeit im Veranstaltungsteil *BET305a: Embedded Systems - Capstone-Projekt*: Präsentation (20 Minuten), schriftliche Ausarbeitung (20 Seiten). Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Systemkonzept, Unterlagen zur Hardware- und Softwareauswahl, Implementierungsnachweise, Integrations- und Testprotokolle sowie Verifikations- und Bewertungsergebnisse.

Literatur

Veranstaltungsteil *BET305a: Embedded Systems - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Bücher und Unterlagen der Module „Mikrocontroller-Programmierung“, „Digitale Systeme“, „Echtzeitsysteme“ und „Sichere eingebettete Netzwerke“
- anwendungsspezifische Datenblätter, Applikationsschriften und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BET305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*

- Heesen, Bernd: Wissenschaftliches Arbeiten. Methodenwissen für Wirtschafts-, Ingenieur- und Sozialwissenschaftler. Springer, 2021.
- Lindenlauf, Frank: Wissenschaftliche Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Springer Spektrum, 2022.

Kurzporträt BET305: Embedded Systems - Capstone (mit IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation)

Worum geht es? In diesem Modul führen Studierende die Inhalte des Lernpfads Embedded Systems in einem integrierten Projekt zusammen. Studierende analysieren Anforderungen, wählen Hardware und Software aus, entwerfen eine Systemarchitektur, implementieren zentrale Bausteine und integrieren diese zu einem Prototyp. Zusätzlich üben Studierende wissenschaftlich-technische Recherche, Dokumentation, Peer Review und Präsentation.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um embedded-mechatronische Entwicklungsprojekte vom Konzept bis zum getesteten System umzusetzen. Die Kompetenzen stärken außerdem die Fähigkeit, technische Entscheidungen nachvollziehbar zu dokumentieren und im Team abzustimmen.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie Firmware, digitale Hardware, Echtzeitverhalten, Vernetzung und Sicherheit in einem gemeinsamen System zusammenspielen. Wer erleben möchte, wie aus einzelnen technischen Bausteinen ein demonstrierbarer Prototyp entsteht, findet hier den Praxisbezug.

Lernpfad Modellbasierter Entwurf

Der Lernpfad Modellbasierter Entwurf befähigt die Studierenden, technische Systeme mathematisch und physikalisch zu beschreiben, zu simulieren, regelungstechnisch auszulegen und modellbasiert auf realen oder echtzeitnahen Plattformen umzusetzen. Die Studierenden entwickeln Kompetenzen darin, Modelle als Grundlage für Analyse, Entwurf, Implementierung und Bewertung technischer Lösungen einzusetzen.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads technische Systeme mathematisch und physikalisch modellieren, simulieren, regelungstechnisch auslegen, modellbasiert implementieren und experimentell bewerten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Strukturieren dynamischer Problemstellungen, im Anwenden mathematischer, simulativer und regelungstechnischer Methoden sowie im Entwurf, Test und der Dokumentation modellbasierter Systemlösungen.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - mathematische Modelle mit Differenzialgleichungen, Fourier- und Laplace-Transformation sowie numerischen Verfahren beschreiben und lösen,
  - elektrische Maschinen und Antriebssysteme hinsichtlich Aufbau, Betriebsverhalten, Energieumwandlung und messtechnischer Validierung analysieren,
  - lineare Regelkreise modellieren, auslegen, stabilisieren und hinsichtlich Regelgüte bewerten,
  - technische Systeme mit Simulationen, Modellierungswerkzeugen und geeigneten Implementierungsplattformen untersuchen und umsetzen,
  - Mess- und Simulationsergebnisse vergleichen, interpretieren und zur Begründung technischer Entscheidungen nutzen,
  - im Capstone-Projekt eine modellbasierte Entwicklungsaufgabe bearbeiten, implementieren, verifizieren, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs-, Automatisierungs- und Systemintegrationsaufgaben Modelle als belastbare Grundlage für Analyse, Entwurf, Implementierung und Optimierung technischer Systeme einsetzen können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der methodischen Anwendung zur integrierten Entwicklungsaufgabe: Die Studierenden strukturieren Systeme, wenden geeignete Werkzeuge an, bewerten Daten und führen Entwurf, Implementierung, Verifikation, Test, Dokumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Modellbasierter Entwurf

Worum geht es? Der Lernpfad Modellbasierter Entwurf zeigt, wie technische Systeme mathematisch beschrieben, simuliert, geregelt und auf realen oder echtzeitnahen Plattformen umgesetzt werden. Die Studierenden vertiefen mathematische Methoden, untersuchen elektrische Maschinen und dynamische Systeme, entwerfen Regelungen und nutzen Modelle als durchgängiges Arbeitsmittel im Entwicklungsprozess. Dabei stehen Analyse, Simulation, Implementierung und experimentelle Bewertung in engem Zusammenhang. Das Capstone-Modul bündelt diese Schritte in einer modellbasierten Entwicklungsaufgabe.

Wofür braucht man es? Modelle sind in vielen Entwicklungsprozessen unverzichtbar, um technische Systeme vor dem realen Aufbau zu verstehen, auszulegen und zu optimieren. Die Kompetenzen des Lernpfads werden in Automatisierung, Antriebstechnik, Systemintegration, Versuch und modellbasierter Softwareentwicklung benötigt. Die Studierenden lernen, Modellannahmen kritisch zu bewerten, Simulationsergebnisse mit realem Verhalten abzugleichen und technische Entscheidungen auf nachvollziehbare Analysen zu stützen.

Wieso ist es interessant? Modellbasierte Entwicklung verbindet Theorie und Praxis besonders unmittelbar: Ein gutes Modell macht komplexes Verhalten sichtbar, prüfbar und gestaltbar. Der Lernpfad zeigt, wie mathematische Beschreibungen zu Simulationen, Reglern und lauffähigen technischen Lösungen werden. Wer verstehen möchte, wie technische Systeme vorhersagbar gemacht und gezielt verbessert werden können, findet hier einen systematischen Zugang von der Gleichung bis zum getesteten Entwurf.

BET401: Mathematische Methoden der Modellierung

Modulverantwortung	Prof. Dr. Steffen Goebbels	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Steffen Goebbels
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Mathematical Methods for Modeling
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Funktionen, Differential- und Integralrechnung sowie mathematische Grundverfahren als Basis für Differenzialgleichungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erwerben in diesem Modul ein den Inhalten entsprechendes fundiertes anwendungsorientiertes mathematisches Grundlagenwissen und sind in der Lage, das Erlernte in ihrer Ingenieurdisziplin einzusetzen. Sie können das Erlernte erklären, die behandelten Typen von Differenzialgleichungen manuell und teils unter Verwendung von Standard-Software lösen.

WOMIT. Der Kompetenzerwerb geschieht über Vorlesungen und Übungen. In den Übungen und Hausaufgaben lösen die Studierenden manuell und unter Einsatz von Standard-Software Differenzialgleichungen. Darüber hinaus wird das Selbststudium über Lehrbücher durch Inverted-Classroom-Elemente gefördert.

WOZU. Die im Modul vermittelten mathematischen Werkzeuge werden in den weiteren Veranstaltungen des Lernpfads “Modellbasierter Entwurf” benötigt. In der Berufspraxis werden sie u. a. bei der Modellbildung und Simulation von technischen Systemen und in der Regelungstechnik eingesetzt. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Ergebnisse gängiger Simulations-Werkzeuge, die Differenzialgleichungen lösen.

Inhalte

- Lineare Differenzialgleichungen und Anfangswertprobleme erster Ordnung
- Einführung in numerische Verfahren zum Lösen linearer Anfangswertprobleme
- Lineare Differenzialgleichungssysteme erster Ordnung mit konstanten Koeffizienten, dazu notwendige Konzepte aus der Linearen Algebra wie Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren
- Lineare Differenzialgleichungen höherer Ordnung mit konstanten Koeffizienten
- Fourier- und Laplace-Transformation mit Anwendung auf Differenzialgleichungen und lineare zeitinvariante Systeme

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2012, https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8643-9
- Steffen Goebbels und Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden: Differenzial- und Integralrechnung, Lineare Algebra (Auflage 4, Band 1), Springer Spektrum, Berlin, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-662-68367-5
- Steffen Goebbels und Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden: Differenzialgleichungen, Fourier- und Vektoranalysis, Laplace-Transformation und Stochastik (Auflage 4, Band 2), Springer Spektrum, Berlin, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-662-68369-9

Kurzporträt BET401: Mathematische Methoden der Modellierung

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende mathematische Methoden kennen, mit denen dynamische technische Systeme beschrieben werden können. Behandelt werden Differenzialgleichungen, Anfangswertprobleme, lineare Gleichungssysteme, numerische Verfahren sowie Fourier- und Laplace-Transformation. In Übungen werden typische Modellierungsaufgaben von Hand und mit Standard-Software gelöst.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um technische Systeme zu modellieren, Simulationsergebnisse zu verstehen und Regelungstechnik fundiert anzuwenden. Die Kompetenzen helfen dabei, dynamisches Verhalten nicht nur zu beobachten, sondern mathematisch zu erklären und vorauszuberechnen.
Wieso ist es interessant? Viele technische Systeme verändern sich mit der Zeit, etwa Antriebe, Schaltungen oder mechanische Bewegungen. Das Modul zeigt, wie solche Vorgänge mit Mathematik greifbar und berechenbar werden.

BET402: Elektrische Maschinen (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Waldhorst	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Waldhorst
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Electrical Machines
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: mechanische Grundgrößen und statische Zusammenhänge als Grundlage mechanischer Messgrößen.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: mathematische Beschreibung einfacher elektrischer Netzwerke und grundlegender Schaltungen.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: frequenzabhängige Netzwerke, komplexe Darstellung elektrischer Größen und Filtergrundlagen.
- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und grundlegende Rechenverfahren zur Auslegung und Bewertung von Messschaltungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Ausgehend von den physikalischen Grundlagen erklären die Studierenden Aufbau, Funktion und Modelle elektrischer Maschinen zur Energieumformung. Unter Berücksichtigung leistungselektronischer Steuerungslösungen treffen sie eine geeignete Wahl für Systeme mit elektromagnetischen Wandlern und nehmen eine passende Auslegung vor.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- an die Grundlagen der Berechnungsmethoden für ein- und dreiphasige Wechselstromschaltungen sowie an die zugehörigen Grundmodelle für magnetische Kreise und Trafos anknüpfen, diese erweitern und vertiefend analysieren.
- das physikalische Grundprinzip der elektromechanischen Energieumwandlung darstellen.
- typische leistungselektronische Grundschaltungen einschließlich geeigneter Bauelemente zur Steuerung von elektrischen Maschinen anwenden.
- die stationäre und einfache dynamische Modellierung der unterschiedlichen Typen der Gleichstrommaschine dazu verwenden, ihr Bertiebsverhalten unter gewissen Bedingungen vorauszusagen.
- ie Methodik der Raumzeigerdarstellung benutzen, Drehfelder und Drehfeldmaschinen in Grundzügen zu beschreiben.
- begreifen, wie sich die Stromortskurve, das Drehzahl- und Belastungsverhalten sowie die Leistungsbilanz aus der Modellierung der Asynchronmaschine ableiten.
- die Varianten der Synchronmaschine mit ihren Wirkungsweisen erörtern, modellieren und deren Betriebs- und Drehzahlverhalten analysieren.
- das praktische Betriebsverhalten der wichtigsten elektrischen Maschinen unter verschiedenen Bedingungen im Labor messtechnisch überprüfen und die Beobachtung anhand der gelernten Theorie zu erklären.

WOZU. Die erworbenen Kenntnisse und Methoden dieses Moduls unterstützen Sie dabei, eigenständig Modelle, Analysen, Simulationen und messtechnische Validierungen durchzuführen, wie sie bei Dimensionierung, Optimierung oder Entwurf von Systemen, die elektrische Maschinen als Komponenten besitzen, unerlässlich sind.

Inhalte

- Dreiphasensystem: Aufbau, Kennzeichen, Bezeichnungen, Schaltungsarten, Leistungsbegriff bei sinus- u. nicht sinusförmigen Größen, symmetrischer u. unsymmetrischer Betrieb
- Magnetische Kreise: Fluss, Durchflutung, magnetischer Widerstand, Verluste, elektromechanische Energieumformung, Leistungsaufteilung
- Transformator: Aufbau, Modellierung, Betriebsverhalten, Nichtlinearitäten, Wirkungsgrad, Baugröße
- Gleichstrommaschine: Aufbau, Magnetkreis, Wicklungen, Spannungsinduktion und Drehmomentbildung, Varianten und Ersatzschaltbild, Leistungsbilanz, Drehzahlverhalten und Stellmethoden
- Drehfeldmaschinen: Drehfelderzeugung, Raumzeigerdarstellung
- Asynchronmaschine: Aufbau, Magnetkreis, Funktion, Kurzschluss- und Schleifringläufer, Modellierung, Stromortskurve, Energiebilanz, Drehzahlkennlinie und Drehzahlverstellung
- Synchronmaschine: Voll- u. Schenkelpolmaschine, Magnetkreis, Spannugsinduktion, Drehmomentbildung, Ersatzschaltbild, Betriebsarten, Last- und Drehzahl-Kennlinie, Drehzahlverstellung
- Verluste und Erwärmung, Betriebsarten, Grundlagen zur dynamischen Modellierung und Regelung elektrischer Maschinen, Leistungsauswahl

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Schröder u. Kennel: Elektrische Antriebe - Grundlagen. Springer Vieweg 2021
- Binder: Elektrische Maschinen und Antriebe - Grundlagen, Betriebsverhalten. Springer 2017
- Müller, Ponick: Grundlagen elektrischer Maschinen. Wiley-VCH 2014

Kurzporträt BET402: Elektrische Maschinen (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul behandelt elektrische Maschinen als zentrale Komponenten der elektromechanischen Energieumwandlung. Studierende vertiefen Dreiphasensysteme, magnetische Kreise und Transformatoren und analysieren darauf aufbauend Gleichstrom-, Asynchron- und Synchronmaschinen. Dabei betrachten sie Modellierung, Betriebsverhalten, Leistungsbilanzen, Verluste, Erwärmung sowie grundlegende leistungselektronische Steuerungslösungen. Im Praktikum überprüfen Studierende das Betriebsverhalten wichtiger Maschinentypen messtechnisch und vergleichen die Beobachtungen mit theoretischen Modellen.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um elektrische Maschinen in technischen Systemen auszuwählen, auszulegen, zu modellieren und ihr Betriebsverhalten zu bewerten. Sie sind besonders wichtig für elektrische Antriebe, Automatisierung, Elektromobilität, Robotik und mechatronische Systeme.

Wieso ist es interessant? Elektrische Maschinen wandeln Energie in Bewegung oder elektrische Leistung um und prägen damit viele moderne technische Anwendungen. Das Modul zeigt, wie physikalische Grundlagen, Maschinenmodelle, Leistungselektronik und Messungen zusammenwirken, um reale Antriebssysteme zu verstehen und auszulegen.

BMT402: Elektrische Antriebe (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Waldhorst	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Waldhorst
Verwendbarkeit	Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Electric Drives
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: mechanische Grundgrößen und statische Zusammenhänge als Grundlage mechanischer Messgrößen.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: mathematische Beschreibung einfacher elektrischer Netzwerke und grundlegender Schaltungen.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: frequenzabhängige Netzwerke, komplexe Darstellung elektrischer Größen und Filtergrundlagen.
- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und grundlegende Rechenverfahren zur Auslegung und Bewertung von Messschaltungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erklären die Wirkungsweise und das statische Betriebsverhalten der gängigen elektrischen Antriebsmaschinen im Zusammenspiel mit ihren Leistungsstellgliedern. Sie wählen den geeigneten Maschinentyp einschließlich zugehörigem Stromrichter aus und beherrschen die grundsätzliche Dimensionierung des mechatronischen Antriebsstranges gemäß den Vorgaben an das Gesamtsystem.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die Anforderungen an unterschiedliche elektrische Antriebskonzepte formulieren,
- die Komponenten eines Antriebssystems beschreiben,
- physikalische Mechanismen, Verluste und Wirkungsgrade der elektromechanischen Energieumwandlung darstellen,
- das Prinzip der verschiedenen Varianten des Gleichstromantriebs mit und ohne Leistungssteuerung erörtern und daraus die zugehörige stationäre Beschreibung ableiten,
- Aufbau und Funktion von Schritt- und elektronisch kommutierten DC-Motoren darlegen,
- die Wirkungsweise von Drehstromantrieben und deren Varianten erklären,
- Ersatzschaltbild, Motorkennlinie, Betrieb und Leistungsbilanz des Asynchronmotors berechnen,
- Aufbau und Arbeitsweise des Synchronmotors einschließlich seiner Kenndaten modellieren sowie das Betriebsverhalten analysieren,
- verschiedene Verfahren zur Erfassung von Positionsinformationen bei Antrieben vergleichen,
- das praktische Betriebsverhalten ausgewählter Antriebskonzepte unter variablen Bedingungen messtechnisch validieren und mit der theoretischen Modellierung abgleichen.

WOZU. Die erworbenen Kompetenzen dieses Moduls unterstützen Sie insbesondere dabei, eigenständig Optimierungspotenziale hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, der Energieeffizienz und des Platz- und Massenbedarfes eines elektrischen Antriebssystems zu identifizieren.

Inhalte

- Einsatzgebiete, Prinzipien, mechanische Übertragungselemente elektrischer Antriebe
- Leistungsbilanz, Betriebsarten und thermisches Verhalten
- Stromrichterkomponenten zur Antriebsspeisung
- Elektromechanische Energieumformung
- Fremd-, selbst- und permanenterregte Gleichstrommotoren: Aufbau, Wirkungsweise, statische Beschreibung und leistungselektronische Steuerung
- Schrittmotoren: Bau- u. Betriebsarten, Verhalten
- Drehfeldmaschinen: Symmetrisches Dreiphasensystem, Drehfelderzeugung, Aufbau, Anschluss, Varianten, Drehfeldbeschreibung
- Asynchronmaschine: Aufbau, Ersatzschaltbild, Energiebilanz, statisches Betriebsverhalten, Kenndaten, gesteuerter und drehzahlvariabler Betrieb
- Synchronmotoren: Aufbau, Wirkungsweise, Ersatzschaltung, Drehmomentverhalten, PMSM und BLDC-Motor
- Positionsmessung bei Antrieben

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Schröder u. Kennel: Elektrische Antriebe - Grundlagen. Springer Vieweg 2021
- Hagl: Elektrische Antriebstechnik. Hanser 2024
- Binder: Elektrische Maschinen und Antriebe - Grundlagen, Betriebsverhalten. Springer 2017
- Müller, Ponick: Grundlagen elektrischer Maschinen. Wiley-VCH 2014

Kurzporträt BMT402: Elektrische Antriebe (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul behandelt elektrische Antriebe und Maschinen, die elektrische Energie in Bewegung umwandeln. Studierende lernen Gleichstrommotoren, Schrittmotoren, Asynchronmaschinen, Synchronmotoren, Stromrichter und Positionsmessung kennen. Im Praktikum untersuchen Studierende das Betriebsverhalten ausgewählter Antriebskonzepte und vergleichen Messungen mit theoretischen Modellen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um elektrische Antriebssysteme passend auszuwählen, zu dimensionieren und hinsichtlich Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und Bauraum zu bewerten. Die Kompetenzen sind besonders wichtig für Automatisierung, Elektromobilität, Robotik und mechatronische Systeme.
Wieso ist es interessant? Überall dort, wo Technik sich bewegt, spielen elektrische Antriebe eine zentrale Rolle. Das Modul zeigt, wie Motor, Leistungselektronik, Mechanik und Messung zu einem funktionierenden Antriebssystem zusammenwirken.

BET403: Regelungstechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Elmar Ahle	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Elmar Ahle
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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 Engineering
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET401: Mathematische Methoden der Modellierung: lineare Differenzialgleichungen, Laplace-Transformation, Eigenwerte und Eigenvektoren.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: mathematische Beschreibung einfacher elektrischer Netzwerke und grundlegender Schaltungen.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: frequenzabhängige Netzwerke, komplexe Darstellung elektrischer Größen und Filtergrundlagen.
- BMT101: Dynamik: mathematische Beschreibung einfacher mechanischer Systeme mit kinematischen und kinetischen Größen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einen geschlossenen Regelkreis für ein lineares System eigenständig auslegen, analysieren und bewerten,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

Systeme mittels Differenzialgleichungen modellieren, mit der Laplace-Transformation beschreiben, Blockschaltbilder aufstellen, Stabilität und Regelgüte analysieren, passende Regler auswählen und erweiterte Regelungsstrukturen anwenden,

WOZU. um eigenständig stabile, anforderungsgerechte Regelkreise zu entwickeln, die das gewünschte dynamische Verhalten sicherstellen.

Inhalte

- Modellbildung und Analyse im Zeitbereich mit Differenzialgleichungen
- Modellbildung und Analyse im Frequenzbereich mit der Laplace-Transformation
- Reglerentwurf durch Berechnung des geschlossenen Regelkreises, Nyquistkriterium im Bodediagramm und mit Hilfe der Wurzelortskurve
- Erweiterte Regelkreisstrukturen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer Verlag, 12. Auflage, 2020
- Lunze, J.: Automatisierungstechnik: Methoden für die Überwachung und Steuerung kontinuierlicher und ereignisdiskreter Systeme, De Gruyter, 5. Auflage, 2020
- Lutz, H.; Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink, Europa-Lehrmittel, 12. Auflage, 2021

Kurzporträt BET403: Regelungstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie technische Systeme gezielt durch eine Rückführung beeinflusst werden können. Studierende modellieren Systeme mit Differenzialgleichungen, nutzen die Laplace-Transformation, arbeiten mit Blockschaltbildern und analysieren Stabilität und Regelgüte. Im Praktikum entwerfen und bewerten Studierende Regelkreise für lineare Systeme.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um stabile und anforderungsgerechte Regelkreise in technischen Anlagen, Geräten und Antrieben zu entwickeln. Die Kompetenzen helfen dabei, dynamisches Verhalten gezielt zu beeinflussen und sicher zu beherrschen.
Wieso ist es interessant? Regelungstechnik sorgt dafür, dass Systeme trotz Störungen das tun, was sie sollen. Das Modul zeigt, wie aus mathematischer Analyse ein praktisch wirksamer Regler entsteht.

BET404: Modellbasierte Entwicklung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Elmar Ahle	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Elmar Ahle
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Model-Based Development
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET403: Regelungstechnik: Modellbildung, Analyse und Entwurf kontinuierlicher linearer SISO-Regelkreise.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Regelungs- und Steuerungsalgorithmen für mechatronische Systeme modellbasiert entwickeln, simulieren und auf Echtzeitsystemen implementieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

Systeme mittels Differenzial- und Differenzengleichungen modellieren, digital transformieren, Regler entwerfen, Algorithmen simulieren, automatisiert Code generieren und Simulationsergebnisse analysieren.

WOZU. Um effiziente, sichere und qualitativ hochwertige Produkte durch durchgängige modellbasierte Entwicklungsprozesse zu entwickeln und prototypisch zu validieren.

Inhalte

- Grundlagen der modellbasierten Entwicklung (Software-in-the-Loop, Hardware-in-the-Loop)
- Modellbildung im Zeit- und Frequenzbereich (Differenzengleichungen, z-Transformation)
- Digitale Regler und Abtastregelung, Kompensationsregler
- Zustandsregelung kontinuierlich und digital
- Simulation von digitalen Regelkreisen
- Echtzeitsimulation mit Fixed-step Solver, Aufbrechen algebraischer Schleifen

Prüfungsvorleistung

Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer Verlag, 12. Auflage, 2020
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, digitale Regelung und praktische Anwendungen, Springer Verlag, 10. Auflage, 2020
- Lunze, J.: Automatisierungstechnik: Methoden für die Überwachung und Steuerung kontinuierlicher und ereignisdiskreter Systeme, De Gruyter, 5. Auflage, 2020
- Tränkle, F.: Modellbasierte Entwicklung mechatronischer Systeme, De Gruyter, 2021

Kurzporträt BET404: Modellbasierte Entwicklung (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul zeigt, wie Regelungs- und Steuerungsalgorithmen modellbasiert entwickelt werden. Studierende modellieren Systeme mit Differenzial- und Differenzengleichungen, entwerfen digitale Regler, simulieren Algorithmen und nutzen automatisierte Codegenerierung. Im Praktikum untersuchen Studierende, wie Modelle, Simulation und Echtzeitsysteme in einem durchgängigen Entwicklungsprozess zusammenhängen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um mechatronische Systeme effizient, sicher und nachvollziehbar zu entwickeln. Die Kompetenzen helfen dabei, Software-in-the-Loop- und Hardware-in-the-Loop-Ansätze sowie Echtzeitsimulationen für Prototypen und Produktentwicklung einzusetzen.
Wieso ist es interessant? Moderne technische Produkte werden oft zuerst im Modell entworfen, bevor sie real gebaut oder getestet werden. Das Modul zeigt, wie Simulation und Implementierung zusammengeführt werden, um Entwicklungsrisiken zu reduzieren.

BET405: Modellbasierter Entwicklung - Capstone (mit IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Elmar Ahle Prof. Dr. Andreas Waldhorst Prof. Dr. Patric Enewoldsen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 1 SL	**Engl. Titel**	Capstone Project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET401: Mathematische Methoden der Modellierung: Differenzialgleichungen, Laplace-Transformation, numerische Verfahren und Modellierung dynamischer Systeme.
- BET402: Elektrische Maschinen: elektrische Antriebe, Maschinenmodelle, Leistungsbilanzen und Betriebsverhalten.
- BET403: Regelungstechnik: Regelkreisentwurf, Stabilitätsanalyse und Bewertung dynamischer Systeme.
- BET404: Modellbasierte Entwicklung: Simulation, digitale Regler, Codegenerierung und Echtzeitsysteme im Entwicklungsprozess.
- BB002: StartING 2: ingenieurwissenschaftliches Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Präsentation.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BET405a: Modellbasierter Entwicklung - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BET405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, für eine vorgegebene mechatronische Aufgabenstellung einen durchgängigen modellbasierten Entwicklungsprozess zu planen, umzusetzen, zu simulieren, auf Ziel- oder Echtzeithardware zu übertragen, zu validieren, zu dokumentieren und fachlich nachvollziehbar zu präsentieren. Darüber hinaus können sie betriebswirtschaftliche Methoden zur Kostenplanung, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Risikoanalyse und Entscheidungsunterstützung in technischen Projekten anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- eine praxis- oder forschungsorientierte Aufgabenstellung analysieren und in modellbasierte Teilaufgaben überführen (*BET405a*),
- dynamische mechatronische Systeme multiphysikalisch modellieren und geeignete Modellierungsansätze begründen (*BET405a*),
- Regelungs- und Steuerungsalgorithmen in einer einheitlichen Simulationsumgebung entwerfen, simulieren und bewerten (*BET405a*),
- automatisiert Code generieren und modellbasierte Entwicklungsartefakte für Software-in-the-Loop- und Hardware-in-the-Loop-Szenarien nutzen (*BET405a*),
- Modelle und Algorithmen auf Ziel- oder Echtzeithardware implementieren, testen und validieren (*BET405a*),
- Simulationsergebnisse, Implementierungsentscheidungen und Validierungsergebnisse fachgerecht dokumentieren und präsentieren (*BET405a*),
- Kosten planen, schätzen und kontrollieren (*BET405b*),
- Wirtschaftlichkeitsanalysen, zum Beispiel Break-even-Analysen, anwenden (*BET405b*),
- Risiken aus betriebswirtschaftlicher Perspektive identifizieren und bewerten (*BET405b*),
- Entscheidungs- und Analysemethoden, zum Beispiel Nutzwertanalyse, Entscheidungsbaumverfahren und SWOT-Analyse, einsetzen (*BET405b*),
- Kennzahlen zur Bewertung und Steuerung technischer Projekte heranziehen (*BET405b*),
- Ressourcen und Kapazitäten analysieren (*BET405b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um vollständige modellbasierte Entwicklungsprozesse vom digitalen Modell bis zur Echtzeitimplementierung effizient und nachvollziehbar umzusetzen und zugleich fundierte Entscheidungen über Projektdurchführung, Produkteinführung oder Prozessoptimierung treffen zu können.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BET405a: Modellbasierter Entwicklung - Capstone-Projekt*

- Modellierung dynamischer mechatronischer Systeme (multiphysikalisch, einheitliche Modellierungsansätze)
- Entwurf und Simulation von Regelungs- und Steuerungsalgorithmen
- Automatisierte Codegenerierung und Implementierung auf Echtzeithardware
- Durchgängiger modellbasierter Entwicklungsprozess
- Software-in-the-Loop- und Hardware-in-the-Loop-Validierung
- Dokumentation und Abschlusspräsentation

Veranstaltungsteil *BET405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*

- Kostenplanung, -schätzung und -kontrolle
- Wirtschaftlichkeitsanalysen, zum Beispiel Break-even-Analyse
- Risikomanagement (betriebswirtschaftliche Perspektive)

- Controlling im Projekt: Kennzahlen und Reporting
- Produktlebenszyklus und Lebenszykluskosten
- Entscheidungs- und Analysemethoden
- Nutzwertanalyse und Priorisierungstechniken
- Ressourcenplanung und Kapazitätsmanagement
- Engpassmanagement

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BET405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*: Studienarbeiten/Testate, Teilnahme an 2-3 Feedbackgesprächen zu den Prüfungselementen sowie Abgabe zur Kostenrechnung und Wirtschaftlichkeitsbewertung

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BET405a: Modellbasierter Entwicklung - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Modellierungs- und Simulationskonzept, Unterlagen zum Regelungs- oder Steuerungsentwurf, Implementierungsnachweise, Integrations- und Testprotokolle, Validierungsergebnisse sowie eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BET405a: Modellbasierter Entwicklung - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Bücher und Unterlagen der Module „Mathematische Methoden der Modellierung“, „Elektrische Maschinen“, „Regelungstechnik“ und „Modellbasierte Entwicklung“
- anwendungsspezifische Datenblätter, Applikationsschriften und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BET405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*

- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen zu Kostenrechnung, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Projektcontrolling und Risikomanagement
- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BET405: Modellbasierter Entwicklung - Capstone (mit IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden)

Worum geht es? In diesem Modul führen Studierende die Inhalte des Lernpfads in einer durchgängigen modellbasierten Entwicklungsaufgabe zusammen. Studierende modellieren ein mechatronisches System, entwerfen und simulieren Regelungs- oder Steuerungsalgorithmen, generieren Code und validieren die Lösung auf Ziel- oder Echtzeithardware. Zusätzlich wenden Studierende betriebswirtschaftliche Methoden zur Kostenplanung, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Risikoanalyse und Entscheidungsunterstützung an.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um modellbasierte Entwicklungsprozesse vom digitalen Modell bis zur validierten Implementierung umzusetzen. Die Kompetenzen helfen außerdem dabei, technische Entscheidungen mit Kosten, Risiken, Ressourcen und wirtschaftlicher Tragfähigkeit zu verbinden.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie aus Modellierung, Simulation, Regelungsentwurf und Implementierung ein vollständiger Entwicklungsprozess entsteht. Wer erleben möchte, wie technische und wirtschaftliche Perspektiven in einem Projekt zusammengeführt werden, bekommt hier den passenden Praxisbezug.

Lernpfad Modellierung und Simulation

Der Lernpfad Modellierung und Simulation befähigt die Studierenden, mechanische und dynamische Systeme mathematisch zu beschreiben, zu analysieren und mit geeigneten numerischen und regelungstechnischen Methoden zu untersuchen. Dabei entwickeln sie ein tragfähiges Verständnis dafür, wie physikalische Problemstellungen in Modelle, Algorithmen und bewertbare Simulationsergebnisse überführt werden.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads mechanische, dynamische und regelungstechnische Problemstellungen mathematisch modellieren, mit analytischen und numerischen Methoden untersuchen, Simulationsergebnisse interpretieren und technische Schlussfolgerungen ableiten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Strukturieren physikalischer Aufgaben, im Anwenden mathematischer und ingenieurwissenschaftlicher Werkzeuge sowie im Bewerten von Daten, Modellen und Simulationsergebnissen.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - Methoden der linearen Algebra und gewöhnlicher Differenzialgleichungen auf technische Modelle anwenden,
  - dynamische Systeme mit kinematischen und kinetischen Größen beschreiben, Gleichungen aufstellen und Bewegungen berechnen,
  - regelungstechnische Systeme modellieren, analysieren, auslegen und hinsichtlich Stabilität und Regelgüte bewerten,
  - numerische Verfahren zur Lösung technischer Problemstellungen einsetzen und deren Genauigkeit und Grenzen beurteilen,
  - Rechen-, Mess- und Simulationsergebnisse interpretieren, dokumentieren und fachlich begründen,
  - im Capstone-Projekt eine komplexere Modellierungs- und Simulationsaufgabe bearbeiten, validieren, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs-, Analyse- und Simulationsaufgaben technische Systeme fundiert modellieren, rechnerisch untersuchen und Simulationsergebnisse für belastbare Entscheidungen nutzen können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der methodischen Anwendung zur integrierten Projektaufgabe: Die Studierenden strukturieren technische Problemstellungen, wenden geeignete Methoden an, bewerten Daten und Simulationen und führen Modellierung, Analyse, Dokumentation, Argumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Modellierung und Simulation

Worum geht es? Der Lernpfad Modellierung und Simulation vermittelt, wie mechanische und dynamische Systeme mathematisch beschrieben, analysiert und rechnerisch untersucht werden. Die Studierenden vertiefen lineare Algebra, Dynamik, Regelungstechnik und numerische Verfahren und lernen, daraus belastbare Modelle und Simulationen aufzubauen. Dabei steht im Mittelpunkt, technische Phänomene nicht nur zu berechnen, sondern Modellannahmen, Genauigkeit und Aussagekraft kritisch zu beurteilen. Im Capstone-Projekt werden Modellierung, numerische Umsetzung, Auswertung und Präsentation zusammengeführt.

Wofür braucht man es? Modellierung und Simulation werden in Entwicklung, Analyse, Versuch, Optimierung und technischer Beratung eingesetzt, wenn reale Systeme zu komplex für reine Handrechnung oder unmittelbares Ausprobieren sind. Die Kompetenzen helfen, technische Fragestellungen in geeignete Modelle zu übersetzen, Simulationsergebnisse plausibel zu bewerten und daraus begründete Entscheidungen abzuleiten. Damit bereitet der Lernpfad auf Aufgaben vor, in denen virtuelle Untersuchungen reale Entwicklungsprozesse unterstützen und Risiken früh sichtbar machen.

Wieso ist es interessant? Simulationen ermöglichen einen Blick in technische Systeme, bevor sie gebaut oder verändert werden. Der Lernpfad zeigt, wie mathematische Werkzeuge, physikalisches Verständnis und algorithmisches Denken zusammenwirken, um Bewegungen, Regelkreise und komplexe Berechnungen beherrschbar zu machen. Wer verstehen möchte, wie aus einem realen technischen Problem ein aussagekräftiges Modell und daraus eine belastbare Simulation entsteht, findet hier die methodische Grundlage.

BMB101: Lineare Algebra

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

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen, Sätze und Methoden der linearen Algebra und der gewöhnlichen Differenzialgleichungen anwenden

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

an Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen sowie die Formeln und Techniken einüben und anwenden,

WOZU. um die erlernten Methoden in anderen Modulen des Studiums anzuwenden und ingenieurwissenschaftliche Prozesse und Produkte anhand von Modellen aus Differenzialgleichungen zu analysieren.

Inhalte

- Lineare Gleichungssystemen
- Matrizenrechnung
- Determinante
- Vektorrechnung
- Analytische Geometrie
- Grundlagen von Vektorräumen
- Eigenwerte und Eigenvektoren
- Skalare Differenzialgleichungen
- Systeme von Differenzialgleichungen
- Anwendungen von Differenzialgleichungen

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2. 15. Auflage, Springer Vieweg, 2018.
- S. Goebbels, S. Ritter: Mathematik verstehen und anwenden. 3. Auflage, Springer Spektrum, 2023.
- L. Göllmann et al.: Mathematik für Ingenieure - Verstehen, Rechnen, Anwenden, Band 1 und 2. Springer Vieweg, 2017.

Kurzporträt BMB101: Lineare Algebra

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende mathematische Werkzeuge kennen, die in vielen technischen Fächern gebraucht werden. Dazu gehören lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Vektoren, Eigenwerte und Differenzialgleichungen. An technischen Beispielaufgaben üben Studierende, solche Methoden sicher anzuwenden und Zusammenhänge anschaulich zu verstehen.
Wofür braucht man es? Diese Grundlagen helfen später dabei, technische Systeme mathematisch zu beschreiben und Berechnungen in Mechanik, Regelungstechnik oder Simulation nachzuvollziehen. Die Kompetenzen bilden eine wichtige Basis, um Modelle zu verstehen und rechnerisch zu bearbeiten.
Wieso ist es interessant? Wer sich fragt, warum Ingenieurinnen und Ingenieure so viel Mathematik brauchen, findet hier viele Antworten. Das Modul zeigt, wie aus Formeln Werkzeuge werden, mit denen technische Probleme lösbar werden.

Lernpfad

Modellierung und Simulation

BMB102: Dynamik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jaan Unger	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Dynamics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik starrer Körper, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen, Reaktionskräfte und Schnittgrößen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Kinematik und Kinetik auf einfache Bewegungen starrer Körper und Punktmassen anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

geeignete kinematische Variablen zur Beschreibung der ebenen Bewegung auswählen, die entsprechenden Differenzialgleichungen und Energieterme aufstellen und deren Zeitverläufe bei entsprechenden Anfangsbedingungen bestimmen.

WOZU. Um zukünftig befähigt zu sein, in einem technischen Problem die mechanischen Teilprobleme zu identifizieren, die Teillösungen zur Gesamtlösung zusammenzusetzen und im Kontext des ursprünglichen Problems zu interpretieren. Um so in der Lage zu sein einfache bewegte Systeme der Ingenieurrealität berechnen zu können. Um für weiterführende Fächer, wie z.B. Maschinenelemente oder Regelungstechnik vorbereitet zu sein.

Inhalte

- Kinematik & Kinetik des Massenpunktes in kartesischen und natürlichen Koordinaten
- Newton'sches Grundgesetz
- Prinzip von d' Alembert
- Bewegungswiderstände
- Impuls- und Energieerhaltungssatz
- Stoßvorgänge
- Erweiterung auf ebene Bewegungen starrer Körper
- gedämpfte Eigenschwingungen
- gedämpfte fremderregte Schwingungen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Groß, Hauger, Schröder: Technische Mechanik 3, Springer Vieweg; Auflage: 14., überarb. u. erw. Aufl. 2019 (1. März 2021)
- Holzmann, Meyer, Schumpich: Technische Mechanik, Kinematik und Kinetik, Springer Vieweg, 2019
- Hibbeler: Technische Mechanik 3, Pearson, Auflage: 14., überarb. u. erw. Aufl. 2019 (1. Mai 2021)

Kurzporträt BMB102: Dynamik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Bewegung und die Kräfte, die Bewegung verursachen oder verändern. Studierende lernen, Punktmassen und starre Körper mit Kinematik und Kinetik zu beschreiben. Im Praktikum und in Übungen wenden Studierende diese Grundlagen auf einfache bewegte technische Systeme an.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, um bewegte Maschinenteile, Schwingungen, Stoßvorgänge oder Antriebsprobleme technisch zu verstehen. Die Kompetenzen bereiten außerdem auf weiterführende Themen wie Maschinenelemente und Regelungstechnik vor.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, warum Maschinen schwingen, beschleunigen, abbremsen oder Kräfte übertragen, bekommt hier den Einstieg. Das Modul macht sichtbar, wie mechanische Bewegung berechnet und technisch interpretiert wird.

BMB103: Regelungstechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Elmar Ahle	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Elmar Ahle
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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 engineering
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB101: Lineare Algebra: lineare Differenzialgleichungen, Eigenwerte und Eigenvektoren als Grundlage der Systemmodellierung.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: mathematische Beschreibung einfacher elektrischer Netzwerke und grundlegender Schaltungen.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: frequenzabhängige Netzwerke, komplexe Darstellung elektrischer Größen und Filtergrundlagen.
- BMB102: Dynamik: mathematische Beschreibung einfacher mechanischer Systeme mit kinematischen und kinetischen Größen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einen geschlossenen Regelkreis für ein lineares System eigenständig auslegen, analysieren und bewerten,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

Systeme mittels Differenzialgleichungen modellieren, mit der Laplace-Transformation beschreiben, Blockschaltbilder aufstellen, Stabilität und Regelgüte analysieren, passende Regler auswählen und erweiterte Regelungsstrukturen anwenden,

WOZU. um eigenständig stabile, anforderungsgerechte Regelkreise zu entwickeln, die das gewünschte dynamische Verhalten sicherstellen.

Inhalte

- Modellbildung und Analyse im Zeitbereich mit Differenzialgleichungen
- Modellbildung und Analyse im Frequenzbereich mit der Laplace-Transformation
- Reglerentwurf durch Berechnung des geschlossenen Regelkreises, Nyquistkriterium im Bodediagramm und mit Hilfe der Wurzelortskurve
- Erweiterte Regelkreisstrukturen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer Verlag, 12. Auflage, 2020
- Lunze, J.: Automatisierungstechnik: Methoden für die Überwachung und Steuerung kontinuierlicher und ereignisdiskreter Systeme, De Gruyter, 5. Auflage, 2020
- Lutz, H.; Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink, Europa-Lehrmittel, 12. Auflage, 2021

Kurzporträt BMB103: Regelungstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie technische Systeme gezielt durch eine Rückführung beeinflusst werden können. Studierende modellieren Systeme mit Differenzialgleichungen, nutzen die Laplace-Transformation, arbeiten mit Blockschaltbildern und analysieren Stabilität und Regelgüte. Im Praktikum entwerfen und bewerten Studierende Regelkreise für lineare Systeme.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um stabile und anforderungsgerechte Regelkreise in technischen Anlagen, Geräten und Antrieben zu entwickeln. Die Kompetenzen helfen dabei, dynamisches Verhalten gezielt zu beeinflussen und sicher zu beherrschen.
Wieso ist es interessant? Regelungstechnik sorgt dafür, dass Systeme trotz Störungen das tun, was sie sollen. Das Modul zeigt, wie aus mathematischer Analyse ein praktisch wirksamer Regler entsteht.

BMB104: Numerik

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen, Grenzwerte, Differential- und Integralrechnung als Grundlage numerischer Verfahren.
- BMB101: Lineare Algebra: lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnung, Eigenwerte und gewöhnliche Differenzialgleichungen.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: grundlegende Programmierkonzepte, Algorithmen, Python und strukturierte Datenverarbeitung.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen, Sätze und Denkweisen der Numerik nachvollziehen, die Funktionsweise der bei numerische Simulationen verwendeten Methoden verstehen und diese anwenden sowie die Resultate analysieren und interpretieren,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

an Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen, die Formeln und Techniken einüben sowie die Algorithmen am Rechner umsetzen und damit ingenieurwissenschaftliche Aufgaben lösen,

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

Inhalte

- Fehlerrechnung
- Komplexität von Algorithmen
- Gauß-Verfahren und Matrix-Zerlegungen
- Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme
- Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren
- Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme
- Integration
- Lösung von gewöhnlichen Differenzialgleichungen

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- M. Knorrenschild: Numerische Mathematik: Eine beispielorientierte Einführung. 6. Auflage, Hanser, 2017.
- R. Freund, R. Hoppe: Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 1. 10. Auflage, Springer Spektrum, 2017.
- H.-R. Schwarz, N. Köckler: Numerische Mathematik. 8. Auflage, Springer Vieweg, 2011.

Kurzporträt BMB104: Numerik

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende Rechenverfahren kennen, mit denen technische Aufgaben näherungsweise am Computer gelöst werden. Dazu gehören Verfahren für Gleichungssysteme, Eigenwerte, nichtlineare Gleichungen, Integrale und Differenzialgleichungen. Studierende setzen Algorithmen um und beurteilen, wie zuverlässig die berechneten Ergebnisse sind.
Wofür braucht man es? Numerische Methoden werden überall dort gebraucht, wo technische Probleme zu komplex für einfache Handrechnungen sind. Die Inhalte ermöglichen Simulationen und unterstützen belastbare Entscheidungen in Entwicklung, Analyse und Optimierung.
Wieso ist es interessant? Wer wissen möchte, wie Computer technische Berechnungen durchführen, lernt hier die grundlegenden Ideen dahinter. Das Modul zeigt, warum Simulationsergebnisse immer verstanden und kritisch geprüft werden müssen.

BMB105: Modellierung und Simulation - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Emely Große-Böckmann Prof. Dr. Dirk Roos Prof. Dr. Georg Vossen Lehrpersonen des Sprachenzentrums
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch und Englisch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 3 P | 2 SL	**Engl. Titel**	Capstone project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Analysis, Gleichungen, Funktionen und mathematische Modellierung technischer Zusammenhänge.
- BMB101: Lineare Algebra: lineare Algebra, Eigenwerte und gewöhnliche Differenzialgleichungen für technische Modelle.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und mechanische Grundmodelle.
- BMB102: Dynamik: kinematische und kinetische Beschreibung bewegter mechanischer Systeme.
- BMB103: Regelungstechnik: Modellbildung, Regelkreisstrukturen, Stabilitätsanalyse und Bewertung dynamischer Systeme.
- BMB104: Numerik: numerische Verfahren, algorithmische Umsetzung und Interpretation berechneter Simulationsergebnisse.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, einfache Netzwerke und mathematische Beschreibung elektrischer Systeme.
- BB001: StartING 1: fachsprachliche Englischkenntnisse, technische Fachsprache und grundlegende technische Kommunikationssituationen.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BMB105a: Modellierung und Simulation - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BMB105b: IWA - Technisches Englisch*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ausgewählte physikalische Effekte auf phänomenologischer und mathematischer Ebene zu beschreiben, mit geeigneten numerischen Methoden algorithmisch abzubilden, zu simulieren, die Simulationsergebnisse zu interpretieren und fachlich nachvollziehbar zu dokumentieren und zu präsentieren. Darüber hinaus können sie technische Prozesse, Systeme und Arbeitsergebnisse in geeigneter Fachsprache darstellen und typische berufliche Kommunikationssituationen auf Englisch bewältigen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- ausgewählte physikalische Effekte, zum Beispiel Elektromagnetismus, Schwingungen, Diffusion oder Reaktionsgleichungen, phänomenologisch und mathematisch beschreiben (*BMB105a*),
- relevante numerische Methoden auf die zugrunde liegenden Gleichungen anwenden (*BMB105a*),
- geeignete Algorithmen zur Simulation der betrachteten Effekte entwickeln und implementieren (*BMB105a*),
- Simulationsergebnisse darstellen, interpretieren und hinsichtlich Plausibilität und Fehlerquellen bewerten (*BMB105a*),
- notwendige Anpassungen am Modell, Algorithmus oder Simulationsansatz begründen (*BMB105a*),
- ihre Vorgehensweise und Ergebnisse fachgerecht dokumentieren und präsentieren (*BMB105a*),
- technische Abläufe, Geräte, Produkte und Arbeitsergebnisse fachsprachlich beschreiben (*BMB105b*),
- Präsentations-, Diskussions- und Feedbacksituationen im technischen Kontext auf Englisch üben (*BMB105b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um physikalisch-technische Problemstellungen modellbasiert zu durchdringen, Simulationen kritisch zu beurteilen, Fehler auf verschiedenen Ebenen zu identifizieren und fachliche Ergebnisse in technischen Projekt-, Dokumentations- und Kommunikationssituationen adressatengerecht darzustellen.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BMB105a: Modellierung und Simulation - Capstone-Projekt*

- Vorstellung gängiger physikalischer Effekte, wie z.B. Elektromagnetismus, Schwingungen, Diffusion, Reaktionsgleichungen, jeweils in Begleitung von Anwendungsbeispielen
- Beschreibung dieser Effekte auf phänomenologischer und mathematischer Ebenen
- Anwendung numerischer Methoden auf die entsprechenden Gleichungen
- Programmierung eines Algorithmus, der anhand der Gleichungen die besprochenen Effekte simuliert und darstellt
- Interpretation der Ergebnisse: Was sagt das Ergebnis aus? Ergibt mein Ergebnis Sinn? Warum/warum nicht?
- Wo müssen warum Anpassungen vorgenommen werden?

Veranstaltungsteil *BMB105b: IWA - Technisches Englisch*

- technisches Fachvokabular
- Darstellung technischer Abläufe und Prozesse, zum Beispiel Produktionsschritte
- Erläuterung von Diagrammen, Skizzen und technischen Daten

- Beschreibung von Geräten, Produkten und technischen Arbeitsergebnissen
- technische Präsentationen
- kommunikative Situationen im Unternehmen, zum Beispiel Diskussionen, Meetings und Feedbackgespräche
- Phrasen und Redemittel für Präsentationen
- kooperative Kommunikationsstrukturen
- Reflexion des eigenen Arbeits- und Lernprozesses

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BMB105b: IWA - Technisches Englisch*: schriftlicher Test (75 Minuten) sowie mündliche Leistung (Kurzpräsentationen, fachsprachliche Kommunikationsübungen und Reflexionsbeiträge) im Kursverlauf

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BMB105a: Modellierung und Simulation - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, Modellierungsunterlagen, Algorithmen- und Implementierungsnachweise, Simulationsergebnisse, Plausibilitäts- und Fehlerbetrachtungen sowie eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BMB105a: Modellierung und Simulation - Capstone-Projekt*

- Ulrich Harten: Physik, 8. Auflage, Springer Vieweg, 2021
- Dirk Reith, Martin Schenk, Gerd Steinebach: Modellbildung und Simulation. Springer Vieweg, 2021.
- Günter Bärwolff, Caren Tischendorf: Numerik für Ingenieure, Physiker und Informatiker, 4. Auflage, Springer Spektrum, 2022

Veranstaltungsteil *BMB105b: IWA - Technisches Englisch*

- Bonamy, David: *Technical English 4*, Pearson, 2022

- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BMB105: Modellierung und Simulation - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch)

Worum geht es? In diesem Modul führen Studierende die Inhalte des Lernpfads in einem Projekt zusammen. Studierende beschreiben physikalische Effekte mathematisch, setzen numerische Methoden in Algorithmen um und simulieren das Verhalten technischer Systeme. Zusätzlich üben Studierende, Ergebnisse zu dokumentieren, zu präsentieren und technische Inhalte auf Englisch zu kommunizieren.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um technische Fragestellungen modellbasiert zu bearbeiten und Simulationsergebnisse sinnvoll zu bewerten. Ebenso wichtig ist die Fähigkeit, Vorgehen, Annahmen und Ergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren und im Team zu kommunizieren.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie Mathematik, Physik, Numerik und Programmierung in einer zusammenhängenden Aufgabe zusammenwirken. Wer erleben möchte, wie aus einem technischen Phänomen ein Modell, ein Algorithmus und eine Simulation entstehen, findet hier den Praxisbezug.

Lernpfad Engineering Design

Der Lernpfad Engineering Design befähigt die Studierenden, mechanische Produkte und Baugruppen aus Anforderungen heraus zu analysieren, konstruktiv zu gestalten, auszulegen und normgerecht zu dokumentieren. Dabei verbinden sie festigkeitsmechanische Grundlagen mit Methoden des Produktdesigns, der Verbindungstechnik und der Antriebstechnik.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads mechanische Produkte und Baugruppen aus Anforderungen heraus analysieren, dimensionieren, konstruktiv gestalten, auslegen und normgerecht dokumentieren. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Strukturieren konstruktiver Problemstellungen, im Anwenden festigkeitsmechanischer und konstruktionsmethodischer Werkzeuge sowie im Entwurf, der Bewertung und der technischen Darstellung funktionsfähiger Produktlösungen.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - Beanspruchungen, Spannungen, Verformungen und Tragfähigkeit von Bauteilen mit Methoden der Festigkeitslehre bewerten,
  - technische Anforderungen in Produktfunktionen, Bauteile, Baugruppen und CAD-Modelle überführen,
  - Verbindungselemente und Verbindungstechniken auswählen, auslegen und hinsichtlich Funktion, Fertigung und Montage beurteilen,
  - grundlegende Antriebselemente und Antriebsstränge analysieren, dimensionieren und in konstruktive Lösungen integrieren,
  - digitale Produktmodelle, technische Zeichnungen und konstruktive Nachweise nachvollziehbar erstellen und dokumentieren,
  - im Capstone-Projekt ein technisch-funktionales Produkt konzipieren, auslegen, modellieren, überprüfen, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben mechanische Produkte belastbar auslegen, konstruktive Entscheidungen begründen und technische Lösungen normgerecht kommunizieren können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der methodischen Anwendung zur integrierten Produktentwicklung: Die Studierenden strukturieren Anforderungen, wenden geeignete Analyse- und Entwurfswerkzeuge an und führen Konstruktion, Dokumentation, Verifikation, Test, Argumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Engineering Design

Worum geht es? Der Lernpfad Engineering Design führt durch zentrale Schritte der mechanischen Produktentwicklung, von der Analyse belasteter Bauteile über Produktdesign und Verbindungstechnik bis zur Antriebstechnik. Die Studierenden lernen, technische Anforderungen in konstruktive Lösungen zu überführen, Bauteile und Baugruppen auszulegen und Entwurfsentscheidungen nachvollziehbar zu dokumentieren. Dabei werden Berechnung, Gestaltung, Normung, CAD-orientiertes Arbeiten und praktische Bewertung miteinander verbunden. Im Capstone-Modul entsteht daraus eine integrierte Entwicklungsaufgabe.

Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden in Konstruktion, Entwicklung, technischer Projektarbeit, Versuch und Produktbetreuung benötigt, wenn mechanische Produkte sicher, funktional und wirtschaftlich gestaltet werden sollen. Die Studierenden lernen, technische Randbedingungen zu strukturieren, geeignete Verbindungselemente und Antriebe auszuwählen und Nachweise fachlich zu begründen. Damit bereitet der Lernpfad auf Tätigkeiten vor, in denen Entwurf, Berechnung und Dokumentation eng zusammengehören.

Wieso ist es interessant? Engineering Design macht sichtbar, wie aus einer Idee ein technisch belastbares Produkt wird. Der Lernpfad verbindet kreatives Gestalten mit analytischer Begründung und zeigt, warum gute Konstruktion mehr ist als eine passende Geometrie. Wer verstehen möchte, wie Kräfte, Werkstoffe, Verbindungen, Bewegungen und Anforderungen zu einer funktionierenden Baugruppe zusammenfinden, erhält hier einen praxisnahen Zugang zur Produktentwicklung.

BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jaan Unger	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Strength of materials – elastostatics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik starrer Körper, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen, Reaktionskräfte und Schnittgrößen.
- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen, Differential- und Integralrechnung als Grundlage mechanischer Berechnungen.
- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: grundlegende Werkstoffkennwerte und deren Bedeutung für Bauteileigenschaften.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Festigkeitslehre und Elastostatik anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

für einfache Bauteile und die daraus zusammengesetzten statisch unbestimmten Systeme die Spannungen und Dehnungen aus den Belastungen und Verformungen bestimmen und hinsichtlich ihrer Zulässigkeit bewerten.

WOZU. Um zukünftig die Tragfähigkeit einer Konstruktion zu berechnen, geeignete Werkstoffe für einzelne Komponenten auszuwählen oder ein Bauteil ausreichend zu dimensionieren.

Inhalte

- Normal- und Schubspannungen, Dehnung, Schiebung, Hookesches Gesetz
- Zulässige Beanspruchung und Sicherheit
- Stäbe unter Längslast, dünnwandige Rohre unter Innendruck
- Flächenmomente, gerade Biegung, Torsion
- Spannungszustand bei zusammengesetzten Belastungen, Haupt- und Vergleichsspannungen
- Knickung elastischer Stäbe

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Hibbeler: Technische Mechanik 2, Pearson Studium; Auflage: 10., aktualisierte Aufl. 2021 (1. März 2021)
- Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik 2: Elastostatik, Springer Vieweg; Auflage: 15. überarb. Aufl. 2024 (25. Juni 2024)

Kurzporträt BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, wie Bauteile unter Last reagieren. Studierende lernen, Spannungen, Dehnungen, Verformungen und Sicherheiten zu berechnen. Dabei untersuchen Studierende unter anderem Zug, Druck, Biegung, Torsion und Knicken einfacher Bauteile.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Bauteile tragfähig und sicher auszulegen. Die Kompetenzen helfen dabei, Werkstoffe auszuwählen, Dimensionen festzulegen und konstruktive Entscheidungen rechnerisch zu begründen.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, warum Bauteile halten oder versagen, bekommt hier die grundlegenden Werkzeuge. Das Modul zeigt, wie aus Kräften und Geometrien belastbare technische Nachweise entstehen.

BMB202: Engineering Design - Produktdesign (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Norman Lupa	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Norman Lupa
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Engineering design - product design
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: technische Darstellung, normgerechte Zeichnungen, einfache 3D-CAD-Modellierung und grundlegende Werkstoff- und Fertigungszusammenhänge.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einfache mechanische Produkte nach vorgegebenen Anforderungen konstruktiv umsetzen, technisch spezifizieren und normgerecht dokumentieren. Sie wenden dabei einen definierten Minimalumfang der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) korrekt an und berücksichtigen grundlegende Regeln der fertigungsgerechten Gestaltung.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- funktionale Anforderungen analysieren und in ein strukturiertes Produktmodell überführen,
- Bauteilgeometrien mit einem parametrischen 3D-CAD-System systematisch modellieren,
- Einzelteile zu einfachen Baugruppen verknüpfen und Varianten strukturiert aufbauen,
- normgerechte technische Zeichnungen mit Maß-, Passungs- und ausgewählten Form- und Lagetoleranzen ableiten,
- grundlegende Aspekte der fertigungsgerechten Gestaltung (z. B. minimierte Komplexität, sinnvolle Toleranzwahl) anwenden.

WOZU. Um Produktentwicklungsprozesse im Maschinenbau sicher unterstützen zu können, die Verständigung in technischen Teams durch präzise Dokumentation zu verbessern und konstruktive Lösungen so zu gestalten, dass sie zuverlässig herstellbar und kommunizierbar sind.

Inhalte

- Darstellungen in technischen Zeichnungen
- Maßeintragung
- Oberflächenbeschaffenheit
- Maßtoleranzen und Passungen
- Form- und Lagetoleranzen
- Werkstückelemente
- Erzeugnisgliederung
- Maschinenelemente
- Schweißen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme, 3-6 Ausarbeitungen (3-D-CAD-Modelle, technische Zeichnung, Berechnungen) mit Feedbackgespräch

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Labisch, S. u. Wählisch, G.: Technisches Zeichnen. Eigenständig lernen und effektiv üben. Lehrbuch. Wiesbaden: Springer Vieweg 2020
- Kurz, U. u. Wittel, H.: Böttcher/Forberg Technisches Zeichnen. Grundlagen, Normung, Übungen und Projektaufgaben. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2014
- Hoischen, H., Fritz, A.: Technisches Zeichnen. Grundlagen, Normen, Beispiele, Darstellende Geometrie, Geometrische Produktspezifikation. Berlin: Cornelsen 2024”

Kurzporträt BMB202: Engineering Design - Produktdesign (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul führt in die konstruktive Umsetzung einfacher mechanischer Produkte ein. Studierende lernen, Anforderungen in 3D-CAD-Modelle, Baugruppen und technische Zeichnungen zu übertragen. Dabei spielen Maße, Passungen, Toleranzen, Oberflächen und fertigungsgerechte Gestaltung eine zentrale Rolle.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen sind wichtig, um Produktentwicklungsprozesse im Maschinenbau konstruktiv zu unterstützen. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Ideen so zu dokumentieren, dass sie herstellbar, prüfbar und im Team eindeutig kommunizierbar sind.
Wieso ist es interessant? Wer aus einer Idee ein konkretes Bauteil oder eine Baugruppe machen möchte, lernt hier den Weg dorthin. Das Modul zeigt, wie digitale Produktmodelle und technische Zeichnungen zur Sprache der Konstruktion werden.

BMB203: Engineering Design - Verbindungstechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Peter Hader	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Peter Hader Dipl.-Ing. Christian Kühn
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Engineering Design - joining technology
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB202: Engineering Design - Produktdesign: Produktmodellierung, Baugruppen, technische Zeichnungen, Maß-, Passungs- sowie Form- und Lagetoleranzen.
- BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik: Spannungen, Dehnungen, Biegung, Torsion und rechnerische Bewertung der Tragfähigkeit von Bauteilen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einfache maschinenbauliche Baugruppen entwerfen und normgerecht darstellen,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

verbindende Konstruktionselemente selbst entwerfen oder auswählen, ihre Auslegung errechnen und daraus eine Baugruppe erstellen,

WOZU. um zukünftig komplexe funktionale Baugruppen und Maschinen zu erstellen und darzustellen.

Inhalte

- Festigkeitsberechnung
- Formschlussverbindungen
- Kraftschlussverbindungen
- Schraubverbindungen
- Stoffschlussverbindungen
- CAD-Modellierung und Darstellung von Baugruppen, Daten im Produktdatenmanagementsystem verwalten

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme, mündliche Prüfungen zu Studienarbeiten (je 5-10 Minuten)

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Christian Spura, Bernhard Fleischer, Herbert Wittel, Dieter Jannasch: Roloff/Matek Maschinenelemente. 26. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2023.

Kurzporträt BMB203: Engineering Design - Verbindungstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, wie einzelne Bauteile zu funktionsfähigen Baugruppen verbunden werden. Studierende lernen Formschluss-, Kraftschluss-, Schraub- und Stoffschlussverbindungen kennen und legen diese rechnerisch aus. Im Praktikum werden Baugruppen auch mit CAD- und Produktdatenmanagement-Werkzeugen erstellt und dokumentiert.
Wofür braucht man es? Verbindungstechnik ist grundlegend, wenn Maschinen und Baugruppen zuverlässig montiert, belastet und gewartet werden sollen. Die Kompetenzen helfen dabei, passende Verbindungselemente auszuwählen und ihre Funktion technisch zu begründen.
Wieso ist es interessant? Fast jede Maschine besteht aus vielen Teilen, die sinnvoll miteinander verbunden sein müssen. Das Modul zeigt, warum eine scheinbar einfache Schraube oder Schweißnaht für Funktion und Sicherheit entscheidend sein kann.

BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Hoppermann	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Hoppermann
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Engineering Design - drive technology
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB202: Engineering Design - Produktdesign: konstruktive Umsetzung mechanischer Produkte, CAD-Baugruppen und normgerechte technische Dokumentation.
- BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik: Festigkeitsberechnung und Bewertung belasteter Bauteile als Grundlage für Maschinenelemente.
- BMB102: Dynamik: Kinematik und Kinetik starrer Körper sowie grundlegendes Verständnis bewegter mechanischer Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können für Maschinen grundlegende Strukturen der Antriebsstränge identifizieren, für deren Gestaltung geeignete Komponenten auswählen und diese zu funktionsfähigen Baugruppen strukturieren und zusammensetzen,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

Konstruktionsaufgaben der Gesamtmaschine in Teilaufgaben strukturieren, Kenntnisse über geeignete Komponenten besitzen, die Eigenschaften der Konstruktionselemente kennen, berechnen und vergleichen sowie und Leistungsbilanzen des Antriebsstranges vornehmen,

WOZU. um zukünftig befähigt zu sein, Antriebsstränge zu erstellen, dazu Normteile und Katalogware eigenständig auszuwählen, Anforderungen an Sonderausführungen zu formulieren, Optimierungen an Entwürfen vorzunehmen und die erstellten Baugruppen zu einer Maschine zusammenzuführen.

Inhalte

- Grundlagen der Antriebstränge
- Lagerungen und Führungen
- Federn und Dämpfer
- Hülltriebe
- Grundlagen der Zahnradgetriebe
- Kupplungen und Bremsen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme, 1-4 verpflichtende Feedbackgespräche

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Spura, Fleischer, Wittel, Jannasch: Roloff/Matek Maschinenelemente - Normung, Berechnung, Gestaltung; Springer Vieweg Verlag, 26. Auflage, 2023;
- Sauer: Konstruktionselemente des Maschinenbaus 1 - Grundlagen der Berechnung und Gestaltung von Maschinenelementen; Springer Vieweg Verlag; 10. Auflage, 2023
- Sauer: Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2 - Grundlagen von Maschinenelementen für Antriebsaufgaben; Springer Vieweg Verlag; 9. Auflage, 2024
- Decker, Kabus, Rieg, Weidermann, Engelken, Hackenschmidt, Alber-Laukant, Tremmler, Möhler, Kretschmer, Baumgart: Decker Maschinenelemente - Funktion, Gestaltung und Berechnung, Hanser Verlag, 21. Auflage, 2024
- Bender, Gericke: Pahl/Beitz Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung erfolgreicher Pro-duktentwicklung, 9. Auflage, Springer Verlag, 2021

Kurzporträt BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul behandelt die Bausteine, mit denen Maschinen Bewegung und Leistung übertragen. Studierende lernen Antriebsstränge, Lagerungen, Führungen, Federn, Dämpfer, Hülltriebe, Zahnradgetriebe, Kupplungen und Bremsen kennen. Dabei wählen Studierende geeignete Komponenten aus, berechnen Eigenschaften und strukturieren funktionsfähige Baugruppen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Antriebe für Maschinen zu entwerfen, zu bewerten und zu optimieren. Die Kompetenzen helfen dabei, Normteile und Katalogkomponenten sinnvoll einzusetzen und Anforderungen an Sonderlösungen zu formulieren.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie aus Motorleistung eine gezielte Maschinenbewegung wird, ist in diesem Modul richtig. Es zeigt, wie viele mechanische Elemente zusammenspielen müssen, damit ein Antrieb zuverlässig funktioniert.

BMB205: Engineering Design - Capstone (mit IWA - Methoden des Spezifikationsmanagements)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Hoppermann Prof. Dr. Norman Lupa Dipl.-Ing. Christian Kühn Prof. Dr. Patric Enewoldsen
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 1 SL	**Engl. Titel**	Capstone project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und Schnittgrößen.
- BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik: Festigkeitsnachweise, Bauteildimensionierung und Bewertung zentraler Komponenten.
- BMB102: Dynamik: Dynamik starrer Körper, Bewegungen, Kräfte und Schwingungen in mechanischen Systemen.
- BMB202: Engineering Design - Produktdesign: digitaler Produktentwurf, CAD-Modellierung, technische Zeichnungen und normgerechte Dokumentation.
- BMB203: Engineering Design - Verbindungstechnik: Auswahl, Auslegung und konstruktive Integration von Verbindungselementen.
- BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik: Maschinenelemente, Antriebsstränge, Lagerungen, Führungen, Getriebe, Kupplungen und Bremsen.
- BB002: Starting 2: ingenieurwissenschaftliches Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Präsentation.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BMB205a: Engineering Design - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BMB205b: IWA - Spezifikationsmanagement*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein technisch-funktionales Produkt für einen definierten Anwendungsfall ganzheitlich zu konzipieren, auszulegen, als digitales Produktmodell umzusetzen, zu bewerten und fachlich nachvollziehbar zu dokumentieren und zu präsentieren. Dabei berücksichtigen sie technische Anforderungen aus den Bereichen Bauteilfestigkeit, Fertigung, Montage und technischer Vertrieb. Darüber hinaus können sie Kundenwünsche und technische Anforderungen strukturiert erfassen, bewerten und in eine vollständige technische Spezifikation für ein Ingenieurprojekt überführen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- aus technischen Kenngrößen und Einsatzbedingungen eine konsistente Spezifikation ableiten (*BMB205a*),
- funktionale Anforderungen in Struktur- und Gestaltvarianten evolutionär entwickeln und eine geeignete Lösung auswählen (*BMB205a*),
- wesentliche Konstruktionselemente auswählen oder gestalten und grundlegend nach anerkannten Richtlinien auslegen (*BMB205a*),
- ein fertigungsgerechtes 3D-Produktmodell erstellen, das relevante Fertigungstechnologien wie z.B. Schweißkonstruktionen, Gusskonstruktionen, Dreh- und Frästeile sowie normgerechte Elemente berücksichtigt (*BMB205a*),
- die Festigkeit mindestens einer zentralen Komponente berechnen, kritisch bewerten und nachvollziehbar dokumentieren (*BMB205a*),
- Kundenwünsche durch gezielte Befragungstechniken erfassen und analysieren (*BMB205b*),
- Anforderungen mittels Priorisierungsmethoden wie MoSCoW-Methode, ABC-Analyse oder paarweisem Vergleich bewerten (*BMB205b*),
- ein strukturiertes Lastenheft erstellen (*BMB205b*),
- daraus ein technisch umsetzbares Pflichtenheft ableiten (*BMB205b*),
- Trade-off-Analysen zur Entscheidungsfindung bei Zielkonflikten durchführen (*BMB205b*),
- KI-Technologien zur Effizienzsteigerung im Spezifikationsprozess einsetzen (*BMB205b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um im Produktentwicklungsprozess mechanische Baugruppen von der Anforderung bis zum digitalen Produktmodell eigenständig zu erarbeiten, konstruktive Entscheidungen fundiert zu begründen und die Funktionsfähigkeit der erarbeiteten Lösungen zu beurteilen. Zugleich sind sie befähigt, als Schnittstelle zwischen Kundenanforderungen und technischer Umsetzung tragfähige Projektgrundlagen zu schaffen.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BMB205a: Engineering Design - Capstone-Projekt*

- Systematisches Arbeiten im Konstruktionsprozess
- Umgang mit technischen Regelwerken
- Auslegungsverfahren
- Auswahlverfahren
- 3D-CAD-Konstruktion von Baugruppen
- Entwurf von frei gestalteten Baukörpern

Veranstaltungsteil *BMB205b: IWA - Spezifikationsmanagement*

- Grundlagen und Struktur von Lastenheften
- Aufbau und Anforderungen an Pflichtenhefte
- Methoden der Anforderungsanalyse und -erhebung
- Techniken zur Klärung echter Kundenwünsche, zum Beispiel Stakeholder-Analyse und Interview-Techniken
- Priorisierungsmethoden, zum Beispiel MoSCoW-Methode, ABC-Analyse und paarweiser Vergleich
- Bewertungs- und Entscheidungsmethoden
- Perspektivwechsel zwischen Kundennutzen und technischer Machbarkeit
- Kreativitätstechniken, Brainstorming und strukturierte Ideenentwicklung
- Einsatz von KI-Technologien im Spezifikationsmanagement, zum Beispiel Prompting, Dokumentenanalyse und Anforderungsstrukturierung
- technische Präsentation von Anforderungen und Spezifikationen
- Feedback, Peer Review und Reflexion des eigenen Arbeits- und Lernprozesses

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BMB205b: IWA - Spezifikationsmanagement*: technische Spezifikation (Lastenheft und Pflichtenheft, 12-18 Seiten), Präsentation (15 Minuten), Teilnahme an 3-4 Feedbackgesprächen (je 20 Minuten), Peer-Review-Beteiligung sowie Priorisierungsübung (digitaler Prüfbogen)

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BMB205a: Engineering Design - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Systemkonzept, CAD-Modelle, Konstruktionsunterlagen, Auslegungs- und Berechnungsnachweise, Fertigungs- und Montageüberlegungen, Bewertungs- und Validierungsergebnisse sowie eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BMB205a: Engineering Design - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Bücher und Unterlagen der Module „Statik“, „Festigkeitslehre“, „Dynamik starrer Körper“, „Digitaler Produktentwurf“, „Verbindungstechnik“ und „Maschinenelemente“
- anwendungsspezifische Normen, Datenblätter, Katalogunterlagen und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BMB205b: IWA - Spezifikationsmanagement*

- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen zum Anforderungs- und Spezifikationsmanagement
- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BMB205: Engineering Design - Capstone (mit IWA - Methoden des Spezifikationsmanagements)

Worum geht es? In diesem Modul bearbeiten Studierende eine zusammenhängende Konstruktionsaufgabe von den Anforderungen bis zum digitalen Produktmodell. Studierende entwickeln Varianten, wählen Konstruktionselemente aus, berücksichtigen Fertigung und Montage und bewerten zentrale Bauteile rechnerisch. Ergänzend lernen Studierende, Kundenwünsche in Lastenhefte, Pflichtenhefte und tragfähige technische Spezifikationen zu überführen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, um mechanische Produkte in Entwicklungsprojekten systematisch zu konzipieren, auszulegen und zu dokumentieren. Die Kompetenzen stärken außerdem die Fähigkeit, zwischen Kundenanforderungen und technischer Umsetzung zu vermitteln.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie Konstruktion, Berechnung, CAD, Fertigungsgedanken und Spezifikationsmanagement in einem Projekt zusammenkommen. Wer erleben möchte, wie aus Anforderungen ein begründetes Produktkonzept entsteht, bekommt hier den Praxisbezug.

Lernpfad Produktion

Der Lernpfad Produktion befähigt die Studierenden, Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Produktionsprozesse und robotische Anwendungen im Zusammenhang industrieller Wertschöpfung zu analysieren und anwendungsbezogen auszuwählen. Studierende entwickeln Kompetenzen darin, technische Produkte nicht nur konstruktiv, sondern auch hinsichtlich Herstellbarkeit, Prozessführung, Qualität und Automatisierung zu bewerten.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Produktionsprozesse und robotische Anwendungen im Zusammenhang industrieller Wertschöpfung analysieren, auswählen, bewerten und in produktionsnahe Lösungen überführen. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Strukturieren produktionstechnischer Aufgaben, im Anwenden werkstoff-, fertigungs- und automatisierungstechnischer Methoden sowie im Bewerten von Prozess-, Qualitäts- und Systemdaten.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - Werkstoffgefüge, Eigenschaften, Kennwerte und Schadensmechanismen analysieren und für die Werkstoffauswahl nutzen,
  - Fertigungsverfahren hinsichtlich Herstellbarkeit, Qualität, Wirtschaftlichkeit und werkstoffgerechter Gestaltung bewerten,
  - Produktionsprozesse, Ressourcen, Abläufe und organisatorische Entscheidungen planen, analysieren und verbessern,
  - robotische Systeme und Automatisierungslösungen für Produktionsaufgaben modellieren, programmieren und beurteilen,
  - technische, wirtschaftliche und nachhaltigkeitsbezogene Kriterien in Produktionsentscheidungen einbeziehen,
  - im Capstone-Projekt eine produktionsnahe Aufgabenstellung bearbeiten, technische Lösungen umsetzen, bewerten, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Produktions-, Entwicklungs- und Automatisierungsaufgaben fundierte Entscheidungen zu Werkstoffen, Verfahren, Prozessen und technischen Systemen treffen und deren Auswirkungen auf Qualität, Effizienz und Nachhaltigkeit beurteilen können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der Anwendungsebene zur integrierten Produktionsaufgabe: Die Studierenden strukturieren Problemstellungen, wenden geeignete Methoden an, bewerten Daten und führen Entwurf, Umsetzung, Dokumentation, Teamarbeit und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Produktion

Worum geht es? Der Lernpfad Produktion betrachtet, wie aus Werkstoffen, Fertigungsverfahren, Produktionssystemen und Automatisierung funktionierende industrielle Prozesse entstehen. Die Studierenden beschäftigen sich mit Werkstoffauswahl, Herstellverfahren, Produktionsmanagement und robotischen bzw. automatisierten Systemen. Dabei werden technische, organisatorische und qualitätsbezogene Perspektiven miteinander verbunden. Im Capstone-Projekt wird eine produktionsnahe Aufgabenstellung so bearbeitet, dass Planung, Umsetzung, Bewertung und Kommunikation zusammenkommen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen sind relevant für Produktionsplanung, Fertigung, Qualitätssicherung, Prozessoptimierung, technische Arbeitsvorbereitung und Automatisierung. Die Studierenden lernen, Werkstoff- und Verfahrensentscheidungen begründet zu treffen, Produktionsabläufe zu analysieren und technische Systeme hinsichtlich Effizienz, Qualität und Nachhaltigkeit zu bewerten. Damit bereitet der Lernpfad auf Aufgaben vor, in denen technische Details und betriebliche Abläufe gemeinsam betrachtet werden müssen.
Wieso ist es interessant? Produktion ist der Bereich, in dem technische Konzepte in reale Produkte und Prozesse überführt werden. Der Lernpfad zeigt, warum Material, Verfahren, Organisation und Automatisierung zusammenpassen müssen, damit Qualität zuverlässig und wirtschaftlich entsteht. Wer verstehen möchte, wie industrielle Wertschöpfung technisch gestaltet und kontinuierlich verbessert wird, findet hier den Blick vom Werkstoff bis zum automatisierten Produktionssystem.

BMB301: Werkstoffkunde (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Julia Kessler	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Julia Kessler
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Materials science
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Gefüge und Eigenschaften der wichtigsten technischen Werkstoffgruppen (Metalle, Polymere, Keramiken, Verbundwerkstoffe) erklären und für ingenieurtechnische Fragestellungen nutzen. Sie sind in der Lage, den Einfluss von Fertigungsverfahren (Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten) auf die resultierenden Werkstoffeigenschaften zu analysieren und daraus Konsequenzen für die werkstoffgerechte Bauteilgestaltung abzuleiten. Zudem können sie Werkstoffkennwerte, mechanisches Verhalten sowie Korrosions- und Schadensmechanismen interpretieren und diese Erkenntnisse gezielt für die Werkstoffauswahl in Produktionsanwendungen nutzen.

WOMIT. Die Studierenden lernen die grundlegenden Werkstoffklassen kennen und analysieren deren Struktur, Gefüge und Eigenschaften anhand typischer Kennwerte und Diagramme. Sie interpretieren mechanische, thermische und chemische Werkstoffkennwerte aus Datenblättern und Normen und setzen diese zur Beurteilung von Werkstoffen ein. Sie untersuchen den Einfluss wesentlicher Fertigungsverfahren auf die resultierenden Werkstoffeigenschaften und vergleichen unterschiedliche Verarbeitungswege hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Bauteilperformance. Darüber hinaus analysieren sie grundlegende Schadensmechanismen wie Korrosion, Ermüdung und Verschleiß und leiten daraus präventive Maßnahmen ab. Schließlich bewerten sie Werkstoffe im Kontext konkreter Produktionsanwendungen und begründen Werkstoffauswahlentscheidungen unter Berücksichtigung von Performance, Verarbeitbarkeit, Kosten und Nachhaltigkeit.

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um in modernen Produktions- und Entwicklungsprozessen Werkstoffe fundiert auszuwählen, fertigungs- und werkstoffgerechte Bauteile auszulegen und Schädigungsrisiken frühzeitig zu beurteilen. Sie sind dadurch in der Lage, die Werkstoffperformance in konkreten Anwendungen zu sichern, fertigungsbedingte Eigenschaftsänderungen zu berücksichtigen und technische Entscheidungen hinsichtlich Qualität, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit fundiert zu treffen.

Inhalte

- Werkstoffgefüge und Eigenschaften: grundlegende Gefügemerkmale und deren Einfluss auf mechanisches Verhalten
- Mechanisches Verhalten: Spannungs-Dehnungs-Verhalten, Festigkeits- und Verformungseigenschaften
- Fertigungseinflüsse: Auswirkungen zentraler Verfahren (Umformen, Gießen/Erstarren, Schweißen, Beschichten) auf Werkstoffeigenschaften
- Werkstoffschädigung: Grundlagen zu Korrosion, Ermüdung und Verschleiß
- Werkstoffkennwerte: Interpretation relevanter Kennwerte und Diagramme für die technische Auslegung
- Werkstoffauswahl: Kriterien für Produktionsanwendungen (Performance, Verarbeitbarkeit, Wirtschaftlichkeit)

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Bargel, H.-J.; Schulze, G. (Hrsg.): Werkstoffkunde. 12. Auflage, Springer Vieweg, 2018.
- Roos, E.; Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure. 6. Auflage, Springer Vieweg, 2017.
- Hornbogen, E.; Eggeler, G.; Werner, E.: Werkstoffe. 11. Auflage, Springer Vieweg, 2017.
- Callister, W. D.; Rethwisch, D. G.: Materials Science and Engineering: An Introduction. 10th edition, Wiley, 2018.
- Läpple, V.: Werkstofftechnik Maschinenbau. 6. Auflage, Europa-Lehrmittel, 2020.

Kurzporträt BMB301: Werkstoffkunde (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende die wichtigsten technischen Werkstoffgruppen kennen, darunter Metalle, Polymere, Keramiken und Verbundwerkstoffe. Untersucht wird, wie Gefüge, Kennwerte und Fertigungsverfahren die Eigenschaften eines Werkstoffs beeinflussen. Außerdem geht es um Korrosion, Ermüdung, Verschleiß und Kriterien für die Werkstoffauswahl.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Werkstoffe für Bauteile und Produktionsanwendungen fundiert auszuwählen. Die Kompetenzen helfen dabei, Qualität, Verarbeitbarkeit, Kosten, Nachhaltigkeit und mögliche Schadensrisiken gemeinsam zu beurteilen.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, warum ein Bauteil aus Stahl, Kunststoff, Keramik oder einem Verbundwerkstoff besteht, findet hier die Grundlagen. Das Modul zeigt, wie Materialentscheidungen die Funktion und Lebensdauer technischer Produkte prägen.

BMB302: Fertigungsverfahren (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Franz-Josef Adams	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Franz-Josef Adams
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Manufacturing processes
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB301: Werkstoffkunde: Werkstoffklassen, Gefüge, mechanische Kennwerte und Einfluss von Fertigungsverfahren auf Werkstoffeigenschaften.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der verschiedenen Verfahren zum Herstellen technischer Produkte. Sie können aus der Vielfalt möglicher Fertigungsverfahren ein geeignetes Verfahren auswählen. Sie verstehen, was eine Prozesskette ist und sind in der Lage, Fertigungsschritte ausgehend vom Rohteil bis zum fertigen Produkt zu gestalten.

WOMIT. Die Studierenden lernen die physikalisch-technischen (Kräfte, Leistung) sowie qualitätsbestimmende Größen (IT-Toleranzen, Oberflächenkennwerte, Prozessfähigkeitsindizes) im Kontext der Fertigung kennen. In praktischen Versuchen erlangen sie die Fähigkeit, mittels Messungen einige dieser Größen zu bestimmen.

WOZU. Die Studierenden sind damit in der Lage, Fertigungsprozesse auszuwählen und/oder weiter zu entwickeln. Sie kennen den grundlegenden Zusammenhang zwischen Kosten und Qualität und sind in der Lage, im Dialog mit den am Produktenstehungsprozess beteiligten Disziplinen (z.B. Einkauf, Konstruktion, Qualitätswesen) ein optimales Produkt zu gestalten.

Inhalte

- Fertigungsverfahren nach DIN (Urformen, Umformen, Trennen, Beschichten, Fügen, Stoffeigenschaft ändern, generative Verfahren)
- Fertigungsmesstechnik

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Awiszus, B. u.a.: Grundlagen der Fertigungstechnik. 7. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2020.
- Fritz, A.: Fertigungstechnik. 12. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, 2018.
- Tschätsch, H.: Praxis der Zerspantechnik. 7. Auflage, Vieweg, Wiesbaden, 2005.
- Skolaut, W. u.a.: Maschinenbau. Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor-Studium. 2. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, 2018.
- Witt, G. u.a.: Taschenbuch der Fertigungstechnik. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2006.

Kurzporträt BMB302: Fertigungsverfahren (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul gibt einen Überblick über Verfahren zur Herstellung technischer Produkte. Studierende lernen unter anderem Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaftsändern und generative Verfahren kennen. Im Praktikum bestimmen Studierende wichtige Prozess- und Qualitätsgrößen mit Messungen und Versuchen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen helfen, geeignete Fertigungsprozesse auszuwählen und Prozessketten vom Rohteil bis zum fertigen Produkt zu gestalten. Die Kompetenzen sind wichtig, um Herstellbarkeit, Qualität und Kosten in der Produktentstehung gemeinsam zu bewerten.
Wieso ist es interessant? Wer wissen möchte, wie aus Material ein reales Produkt entsteht, bekommt hier den Einstieg. Das Modul zeigt, warum Konstruktion, Fertigung, Qualitätssicherung und Einkauf eng zusammenarbeiten müssen.

BMB303: Produktionsmanagement (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Markus Lake	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Markus Lake
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Production management
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB302: Fertigungsverfahren: Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren, Gestaltung von Prozessketten sowie Bewertung von technologischer Machbarkeit, Effektivität und Effizienz.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der verschiedenen Verfahren zum Herstellen technischer Produkte. Sie können aus der Vielfalt möglicher Fertigungsverfahren ein geeignetes Verfahren auswählen. Sie verstehen, was eine Prozesskette ist und sind in der Lage, Fertigungsschritte ausgehend vom Rohteil bis zum fertigen Produkt zu gestalten. Die Studierenden können ein integriertes Produktions- und Qualitätskonzept für einen konkreten Produktionsprozess erarbeiten und begründet ausarbeiten,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- einen realitätsnahen Fall aus der industriellen Produktion analysieren und relevante Prozessdaten strukturieren, indem sie zentrale Instrumente des Qualitätsmanagements (z. B. Fehlerschwerpunktanalyse, Regelkarte, FMEA oder 8D-Logik) zielgerichtet einsetzen, indem sie die Ergebnisse aus Produktions- und Qualitätsbetrachtung zusammenführen und in Form eines kurz strukturierten Handlungskonzepts dokumentieren und präsentieren, indem sie ein praxis- oder forschungsorientiertes Projektziel auf Basis einer gegebenen Aufgabenstellung spezifizieren und abgrenzen, indem sie geeignete Methoden und Verfahren der Produktionstechnik auswählen, begründen und angewendet dokumentieren, indem sie ihr Vorgehen mit Methoden des Projektmanagements (Zeit-, Ressourcen-, Risiko- und Kommunikationsplanung) strukturieren und im Projektverlauf adaptiv anpassen,
- die erzielten Ergebnisse hinsichtlich technischer Machbarkeit, Qualität und Zielerreichung analysieren und in einem abschließenden Bericht sowie einer Präsentation adressatengerecht aufbereiten,

WOZU. um später in industriellen Projekten für einen ausgewählten Produktionsprozess selbstständig mitentscheiden zu können, wie Produktionsabläufe und qualitätssichernde Maßnahmen gemeinsam auszugestalten sind.

Inhalte

- Grundlagen des vorausgegangenen Modulinhalts zur Fertigungsverfahren.
- Anwendung der Methoden, Techniken und Hilfsmittel zur Prozessanalyse und Prozessoptimierung (cp, cpk, 6-Sigma, 5S, 3Mu, WCM).

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung. 4. Auflage, Springer Vieweg, 2012.
- Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 8. Auflage, Hanser, 2014.
- Erlach, K.: Wertstromdesign. 3. Auflage, Springer Vieweg, 2020.
- Brunner, F. J.: Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System, GD3. 4. Auflage, Hanser, 2017.
- Töpfer, A.: Six Sigma: Konzeption und Erfolgsbeispiele für praktizierte Null-Fehler-Qualität. Springer Gabler, 2009.

Kurzporträt BMB303: Produktionsmanagement (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul betrachten Studierende Produktion nicht nur technisch, sondern auch organisatorisch und qualitätsbezogen. Studierende analysieren reale Produktionsfälle, strukturieren Prozessdaten und wenden Methoden wie Fehlerschwerpunktanalyse, Regelkarten, FMEA, 8D, 5S oder Six Sigma an. Dabei entwickeln Studierende Handlungskonzepte zur Verbesserung von Produktions- und Qualitätsprozessen.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Produktionsabläufe effizient, wirksam und qualitätsgesichert zu gestalten. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Machbarkeit, Qualität, Ressourcen und Projektziele in industriellen Aufgaben zusammenzuführen.

Wieso ist es interessant? Gute Produkte entstehen nicht nur durch gute Maschinen, sondern durch gut geplante Prozesse. Das Modul zeigt, wie Produktionsdaten, Qualitätsmethoden und Projektmanagement zu besseren Entscheidungen führen.

BMB304: Robotik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Robotics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und mechanische Grundzusammenhänge technischer Systeme.
- BMB102: Dynamik: Kinematik und Kinetik bewegter mechanischer Systeme als Grundlage für Roboterbewegungen.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Ablaufmodellierung mit PAP und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Nach Ablauf der Veranstaltung sind Studierende in der Lage die Funktionsweise von Industrierobotern (IR) zu verstehen einfache robotertechnische Anwendungen zu planen Roboterprogramme offline und online zu erstellen sowie Raumpunkte zu teachen Roboterstationen zu dokumentieren, zu bewerten und in Betrieb zu nehmen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Industrieroboter und Peripherie (Greifer, Werkzeuge, Sensorik, Materialbereitstellung) für eine einfache Anwendung auswählen
- mit Subsystemen Roboterzellen layouten
- automatische Abläufe über Programmablaufpläne strukturieren
- mithilfe geeigneter Programmiersoftware Roboterprogramme entwickeln und simulieren
- mit Handbediengeräten Raumpunkte teachen und Bewegungsabläufe optimieren
- Anwender- und Projektdokumentation praxisnah erstellen

WOZU. damit Studierende einfache Roboterstationen planen, auslegen und umsetzen können, Roboterprogramme beurteilen, optimieren und weiterentwickeln, Bewegungsabläufe effizient teachen und zeitlich optimieren können, wirtschaftliche Aspekte und Automatisierungspotenziale analysieren, sicherheitstechnische Anforderungen anwenden sowie anwendergerechte technische Dokumentationen erstellen und bewerten können.

Inhalte

- Grundlagen der Robotik: Definitionen, Begriffe, Handhabungsfunktionen
- Einsatzfelder und Anwendungen von Industrierobotern
- Aufbau, Strukturen und Kinematiken von Industrierobotern
- Endeffektoren: Greifer, Werkzeuge, Wechselsysteme
- Sensorik in der Robotik (Kraft-/Momentensensorik, Bildverarbeitung, Näherungssensorik)
- Peripherie und Materialbereitstellung (Fördertechnik, Werkstückträger, Positioniersysteme)
- Steuerungs- und Programmiersysteme
- Offline-Programmierung und Programmiersprachen
- Online-Programmierung und Simulation
- Sicherheitsanforderungen (Schutzkonzepte)
- Wirtschaftlichkeit und Auswahlkriterien von Roboterlösungen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Savić, S.; Verl, A.; Weitschat, R. (Hrsg.): Industrieroboter – Grundlagen, Einsatz, Programmierung. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2022.
- Niku, S. B.: Einführung in die Robotik – Analyse, Steuerung und Programmierung. 2. Auflage, De Gruyter, Berlin, 2021. (deutsche Ausgabe)
- VDMA: Robotik – Leitfaden für industrielle Anwendungen. VDMA Verlag, Frankfurt am Main, 2020.
- Wolf, A.; Brunner, B.; Bauernhansl, T.: Automatisierung und Robotik in der Produktion. 3. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2023.
- Schraft, R. D.; Hägele, M.; Wegener, K.: Robotertechnik – Komponenten, Steuerung und Systeme. 4. Auflage, Hanser Verlag, München, 2019.

Kurzporträt BMB304: Robotik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie Industrieroboter aufgebaut sind, programmiert werden und in Produktionsumgebungen arbeiten. Studierende beschäftigen sich mit Kinematik, Greifern, Werkzeugen, Sensorik, Peripherie, Steuerung, Simulation und Sicherheit. Im Praktikum planen, programmieren, teachen und bewerten Studierende einfache Roboteranwendungen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden gebraucht, um Roboterstationen auszulegen, in Betrieb zu nehmen und zu optimieren. Die Kompetenzen helfen dabei, Automatisierungspotenziale, Wirtschaftlichkeit und sicherheitstechnische Anforderungen realistisch zu beurteilen.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie Roboter in Fabriken Aufgaben übernehmen, bekommt hier einen praxisnahen Einstieg. Das Modul zeigt, wie Mechanik, Sensorik, Programmierung und Prozessplanung zu einer funktionierenden Roboterzelle werden.

BMB305: Produktion - Capstone (mit IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander Prof. Dr. Julia Kessler Prof. Dr. Markus Lake
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 1 SL	**Engl. Titel**	Capstone project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB301: Werkstoffkunde: Werkstoffauswahl, Werkstoffkennwerte, Schädigungsmechanismen und werkstoffbezogene Bewertung technischer Anwendungen.
- BMB302: Fertigungsverfahren: Fertigungsprozesse, Prozessketten, Herstellbarkeit, Qualität und Kosten technischer Produkte.
- BMB303: Produktionsmanagement: Produktions- und Qualitätskonzepte, Prozessanalyse, Prozessoptimierung und Projektmanagement in industriellen Produktionsaufgaben.
- BMB304: Robotik: Planung, Programmierung, Inbetriebnahme und Bewertung einfacher Roboterstationen.
- BB002: StartING 2: ingenieurwissenschaftliches Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Präsentation.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BMB305a: Produktion - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BMB305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, für eine vorgegebene produktionsnahe Aufgabenstellung innovative technische Lösungen zu entwickeln, geeignete Methoden und Verfahren der Produktionstechnik auszuwählen, anzuwenden, zu bewerten, zu dokumentieren und fachlich nachvollziehbar zu präsentieren. Darüber hinaus können sie wissenschaftlich-technische Themen recherchieren, Quellen bewerten, Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards dokumentieren und adressatengerecht kommunizieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- ein praxis- oder forschungsorientiertes Projektziel auf Basis einer gegebenen produktionsnahen Aufgabenstellung spezifizieren und abgrenzen (*BMB305a*),
- geeignete Methoden und Verfahren der Produktionstechnik auswählen, begründen und anwenden (*BMB305a*),
- Material-, Fertigungs-, Qualitäts-, Automatisierungs- und Robotikaspekte in die Lösung einbeziehen (*BMB305a*),
- ihr Vorgehen mit Methoden des Projektmanagements strukturieren und im Projektverlauf adaptiv anpassen (*BMB305a*),
- erzielte Ergebnisse hinsichtlich technischer Machbarkeit, Qualität und Zielerreichung analysieren (*BMB305a*),
- Arbeitsergebnisse in einem abschließenden Bericht sowie einer Präsentation adressatengerecht aufbereiten (*BMB305a*),
- systematische Literaturrecherchen zu wissenschaftlich-technischen Fragestellungen durchführen (*BMB305b*),
- wissenschaftliche und technische Quellen bewerten und einordnen (*BMB305b*),
- Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards dokumentieren (*BMB305b*),
- eigene Arbeitsergebnisse im Peer-Review-Verfahren reflektieren und überarbeiten (*BMB305b*),
- wissenschaftlich-technische Inhalte verständlich präsentieren und kommunizieren (*BMB305b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um in produktionsnahen Entwicklungs- und Optimierungsprojekten technische Lösungen strukturiert zu erarbeiten, Produktionsverfahren und -prozesse fundiert zu bewerten und ihre Arbeit methodisch fundiert, strukturiert und nachvollziehbar zu dokumentieren und zu kommunizieren.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BMB305a: Produktion - Capstone-Projekt*

- Auswahl, Eingrenzung und Bearbeitung einer produktionsnahen Aufgabenstellung
- Grundlagen der vorausgegangenen Modulinhalte zur Werkstoffkunde, zum Produktionsmanagement, zu Fertigungsverfahren und Robotik
- Anwendung von Methoden, Techniken und Hilfsmitteln zur Problem- und Fallanalyse
- Ableitung und Bewertung effektiver und effizienter Produktionsstrategien
- Auswahl und Bewertung geeigneter Produktions- und Fertigungsverfahren
- Analyse technischer Machbarkeit, Qualität und Zielerreichung
- Erstellung geeigneter fachlicher Artefakte, zum Beispiel Projektplan, Prozessanalyse, Bewertungsunterlagen, Test- oder Auswertungsprotokolle und technische Dokumentation
- fachliche Diskussion, Präsentation und Fachgespräch
- Nutzung von Feedback zur Überarbeitung

Veranstaltungsteil *BMB305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*

- Wissenschaftliche Recherche in den Technikwissenschaften, einschließlich technischer Regularien und Normen

- Bewertung wissenschaftlicher und technischer Quellen
- wissenschaftlich-technische Dokumentation, Zitation und Darstellung des Stands der Technik
- Aufbau wissenschaftlicher und technischer Texte
- Peer Review und Überarbeitung wissenschaftlich-technischer Arbeitsergebnisse
- Präsentation und Kommunikation wissenschaftlich-technischer Inhalte

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BMB305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*: Studienarbeit (8-10 Seiten), mündliche Prüfung (10-15 Minuten)

Prüfungsleistung

Bericht (10-20 Seiten) mit Prüfungsgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BMB305a: Produktion - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Projekt- oder Prozesskonzept, Unterlagen zur Methoden- und Verfahrensauswahl, Bewertungsunterlagen, Test- oder Auswertungsprotokolle sowie Validierungsergebnisse.

Literatur

Veranstaltungsteil *BMB305a: Produktion - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Bücher und Unterlagen der Module „Werkstoffkunde“, „Fertigungsverfahren“, „Produktionsmanagement“ und „Robotik“
- anwendungsspezifische Normen, Datenblätter, Katalogunterlagen und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BMB305b: IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation*

- Heesen, Bernd: Wissenschaftliches Arbeiten. Methodenwissen für Wirtschafts-, Ingenieur- und Sozialwissenschaftler. Springer, 2021.
- Lindenlauf, Frank: Wissenschaftliche Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Springer Spektrum, 2022.

Kurzporträt BMB305: Produktion - Capstone (mit IWA - Wissenschaftliche Praxis, Dokumentation und Kommunikation)

Worum geht es? In diesem Modul bearbeiten Studierende eine produktionsnahe Projektaufgabe und führen die Inhalte des Lernpfads zusammen. Studierende wählen geeignete Methoden und Verfahren aus, berücksichtigen Werkstoffe, Fertigung, Qualität, Automatisierung und Robotik und bewerten die technische Machbarkeit. Zusätzlich üben Studierende wissenschaftliche Recherche, Dokumentation, Peer Review und Präsentation technischer Ergebnisse.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, um produktionsnahe Entwicklungs- und Optimierungsprojekte strukturiert zu bearbeiten. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Lösungen nachvollziehbar zu begründen, zu dokumentieren und adressatengerecht zu kommunizieren.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie Produktionswissen in einer realitätsnahen Aufgabe angewendet wird. Wer erleben möchte, wie aus Analyse, Methodenauswahl, Bewertung und Dokumentation ein vollständiges Produktionsprojekt entsteht, findet hier den Praxisbezug.

Lernpfad Produkt- und Prozessentwicklung

Der Lernpfad Produkt- und Prozessentwicklung befähigt die Studierenden, technische Produkte und Prozesse unter Berücksichtigung von Energie-, Stoff- und Signalwandlungen methodisch zu entwickeln und zu bewerten. Dabei verbinden sie thermodynamische und fluidmechanische Grundlagen mit nachhaltiger Produktentwicklung und der Entwicklung mechatronischer Systeme.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads technische Produkte und Prozesse unter Berücksichtigung von Energie-, Stoff- und Signalwandlungen strukturieren, modellieren, methodisch entwickeln und hinsichtlich technischer, ökologischer und ressourcenbezogener Kriterien bewerten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Anwenden thermodynamischer, fluidmechanischer, mechatronischer und produktentwicklungsmethodischer Werkzeuge sowie im Entwurf und in der Dokumentation nachhaltiger technischer Lösungen.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - thermodynamische Systeme, Energiewandlungen und Wirkungsgrade mit Gleichungen, Diagrammen und Tabellen analysieren,
  - Produkt- und Prozessentwicklungen methodisch planen, Anforderungen strukturieren und Nachhaltigkeitsaspekte in technische Entscheidungen integrieren,
  - mechatronische Systeme aus mechanischen, elektrischen, sensorischen und softwarebezogenen Teilfunktionen konzipieren und bewerten,
  - fluidmechanische Vorgänge beschreiben, berechnen und hinsichtlich technischer Anwendungen beurteilen,
  - Entwicklungsentscheidungen nachvollziehbar begründen, dokumentieren und unter technischen sowie ökologischen Randbedingungen reflektieren,
  - im Capstone-Projekt eine integrierte Produkt- und Prozessentwicklungsaufgabe bearbeiten, umsetzen, bewerten, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs-, Planungs- und Optimierungsaufgaben Produkte und Prozesse methodisch gestalten und technische Lösungen unter Energie-, Ressourcen- und Nachhaltigkeitsaspekten verantwortungsvoll bewerten können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der methodischen Anwendung zur integrierten Entwicklungsaufgabe: Die Studierenden strukturieren Systeme, wenden geeignete Methoden an, berücksichtigen ökologische und rechtliche Aspekte und führen Entwurf, Dokumentation, Bewertung, Argumentation und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Produkt- und Prozessentwicklung

Worum geht es? Der Lernpfad Produkt- und Prozessentwicklung verbindet thermodynamische und fluidmechanische Grundlagen mit methodischer Produktentwicklung, mechatronischer Systemgestaltung und Nachhaltigkeitsaspekten. Die Studierenden lernen, technische Produkte und Prozesse nicht isoliert, sondern als Systeme mit Energie-, Stoff-, Funktions- und Lebenszyklusbezügen zu betrachten. Dabei werden Analyse, Entwurf, Bewertung und Dokumentation systematisch aufgebaut. Im Capstone-Modul werden diese Perspektiven in einer integrierten Entwicklungsaufgabe zusammengeführt.

Wofür braucht man es? In Entwicklungs-, Planungs- und Optimierungsaufgaben müssen technische Lösungen zunehmend unter funktionalen, wirtschaftlichen, ökologischen und rechtlichen Randbedingungen beurteilt werden. Die Kompetenzen dieses Lernpfads helfen, Produkte und Prozesse methodisch zu gestalten, Energie- und Ressourcenfragen einzubeziehen und mechatronische Zusammenhänge zu berücksichtigen. Die Studierenden bereiten sich damit auf Tätigkeiten vor, in denen technische Qualität und verantwortungsvolle Bewertung gemeinsam gefordert sind.

Wieso ist es interessant? Moderne Produktentwicklung bedeutet, Technik wirksam, nachhaltig und systematisch zu gestalten. Der Lernpfad zeigt, wie physikalische Grundlagen, Entwicklungsmethoden und Bewertungsfragen zusammenwirken, wenn aus Anforderungen tragfähige Lösungen entstehen. Wer verstehen möchte, wie Produkte und Prozesse über ihren gesamten technischen Kontext hinweg entwickelt und verbessert werden können, findet hier einen breiten und anwendungsnahen Zugang.

BMB401: Thermodynamik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Norman Lupa	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Arne Graßmann Prof. Dr. Frank Alsmeyer
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Thermodynamics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Funktionen, Grenzwerte, Differential- und Integralrechnung als Grundlage thermodynamischer Gleichungen und Diagramme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Apparate, Maschinen und Prozesse des Maschinenbaus strukturieren und vereinfachen sowie die Energiewandlungsvorgänge mit Hilfe von Fachvokabular, mathematischen Gleichungen und Diagrammen beschreiben.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

thermodynamische Systeme definieren, physikalische Gesetze an-wenden und die zugehörigen Gleichungen mathematisch lösen sowie fachspezifische Diagramme und Tabellen anwenden.

WOZU. Um Apparate, Maschinen und Prozesse bezüglich deren Energieeffizienz analysieren, beurteilen und verbessern zu können.

Inhalte

- Thermodynamische Systeme
- Thermische und kalorische Zustandsgrößen
- Zustandsgleichungen
- Ideale Gase
- Reale Fluide, Dampftafeln und Zustandsdiagramme
- 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik
- Entropie
- Thermodynamische Prozesse mit Übertragung von Arbeit und Wärme
- Idealisierte Kreisprozesse (Carnot, Joule, Seiliger, Clausius-Rankine)
- Anwendungen (z.B. Turbinen, Kältemaschinen, Wärmepumpen)
- Grundlagen der Wärmeübertragung

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Herwig, Kautz, Moschallski (2016): Technische Thermodynamik, Pearson-Verlag
- Cerbe, Wilhelms (2021): Technische Thermodynamik, Carl Hanser Verlag
- Lüdecke, Lüdecke (2000): Thermodynamik – Physikalisch-Chemische Grundlagen der Ver-fahrenstechnik, Springer-Verlag
- Stephan, Schaber, Stephan, Mayinger (2013): Thermodynamik (Bd. 1 Einstoffsysteme), Springer-Verlag

Kurzporträt BMB401: Thermodynamik

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Energie, Wärme, Arbeit und Zustandsänderungen technischer Systeme. Studierende lernen, thermodynamische Systeme zu beschreiben, Gleichungen anzuwenden und Diagramme sowie Tabellen zu nutzen. Beispiele sind Turbinen, Kältemaschinen, Wärmepumpen und ideale Kreisprozesse.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um Maschinen, Apparate und Prozesse hinsichtlich Energieeffizienz zu analysieren und zu verbessern. Die Kompetenzen helfen dabei, Energiewandlungen technisch zu verstehen und rechnerisch zu beurteilen.
Wieso ist es interessant? Wer wissen möchte, warum Motoren, Kühlsysteme oder Wärmepumpen funktionieren, bekommt hier die Grundlagen. Das Modul zeigt, wie Energieflüsse in technischen Anlagen sichtbar und berechenbar werden.

BMB402: Methodische und nachhaltige Produktentwicklung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof.Dr.-Ing. Andreas Hoppermann	**Lehrperson(en)**	Prof.Dr.-Ing. Peter Hader Prof.Dr.-Ing. Andreas Hoppermann
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Sustainable and methodical product and process development
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die Entwicklung eines Produktes und der damit verbundenen Prozesse methodisch angehen, abseits vorgegebener Lösungen Ansätze auf technische Fragestellungen eigenständig hervorbringen und die Auswirkung des Produktes auf die Umwelt diskutieren,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

die Methoden der Produktentwicklung kennen und Regeln für die damit verbundene Gestaltgebung anwenden, alternative Lösungsoptionen systematisch zusammenstellen, bewerten und klassifizieren sowie die Wechselbeziehungen zur Umwelt analysieren,

WOZU. um zukünftig Produkt- und Prozessentwicklungen effizient und nachhaltig zu qualitativ angemessenen Ergebnissen zu führen.

Inhalte

- Integration der Nachhaltigkeitsziele in die Produktentwicklung
- Anforderungen an Produkte und Produktnutzungsprozesse
- Funktionale Prozesse in Produkten
- Produktneutraler Gestaltungsprozess
- Anforderungsgerechtes Konstruieren
- Prozess der Produktentwicklung
- Bewertung von Produkteigenschaften
- Sicherheit von Maschinen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Klaus-Jörg Conrad: Grundlagen der Konstruktionslehre, 8.Auflage, Hanser Verlag, 2023
- Beate Bender, Kilian Gericke: Pahl/Beitz Konstruktionslehre, 9.Auflage, Springer Vieweg Verlag, 2021
- Karl Koltze, Valerie Souchkov: TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung, Hanser Verlag, 2. Auflage, 2017
- Walter Klöpffer, Birgit Grahl: Ökobilanz (LCA) – Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf, Wiley-VCH Verlag, 2009
- VDI 2221 Blatt 1: Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung. Beuth Verlag, Berlin, 2019.
- DIN EN ISO 14121-1: Sicherheit von Maschinen - Risikobeurteilung. Beuth Verlag, Berlin, 2007.

Kurzporträt BMB402: Methodische und nachhaltige Produktentwicklung (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul zeigt, wie Produkte und zugehörige Prozesse systematisch entwickelt werden. Studierende lernen Methoden der Produktentwicklung kennen, analysieren Anforderungen, entwickeln Lösungsoptionen und bewerten Produkteigenschaften. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf Nachhaltigkeit, Umweltwirkungen und Sicherheit von Maschinen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden benötigt, um Produkt- und Prozessentwicklungen methodisch, effizient und verantwortungsvoll zu gestalten. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Qualität, Kundennutzen, Umweltaspekte und rechtliche Anforderungen zusammenzudenken.
Wieso ist es interessant? Wer technische Produkte nicht nur bauen, sondern sinnvoll und nachhaltig entwickeln möchte, ist hier richtig. Das Modul zeigt, wie aus Anforderungen strukturierte, bewertete und verantwortbare Lösungen entstehen.

BMB403: Entwicklung mechatronischer Systeme

Modulverantwortung	Prof. Dr. Peter Hader	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Peter Hader
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Sommersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Development of mechatronic systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: mechanische Grundzusammenhänge, Freischnitt und Gleichgewichtsbedingungen zur Strukturierung technischer Systeme.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Bauelemente und einfache Schaltungen als Grundlage elektrischer Teilsysteme.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Ablaufmodellierung und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe für Steuerungsaufgaben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einfache mechatronische Systeme entwickeln,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

sie strukturieren, einfache elektrische und fluidische Steuerungen sowie speicherprogrammierbare Steuerungen dafür entwerfen, modellieren und simulieren sowie ihre Sicherheit nachweisen,

WOZU. um die Grundlage zu haben, zukünftig komplexe Systeme zu entwickeln.

Inhalte

- Mechatronische Entwicklungsmethode nach VDI 2206
- Modellierung mechatronischer Systeme mit konzentrierten Parametern im Mehrpol-schema
- Aktoren und Sensoren
- Elektrische und fluidische Systeme und Schaltpläne
- Elektrische Schaltnetze und Schaltwerke mit SPS

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Roddeck, W.: Einführung in die Mechatronik, Teubner Verlag Wiesbaden, 2003.
- Bolton, W.: Bausteine mechatronischer Systeme, Pearson Studium, München, 2004.
- VDI 2206: Entwicklung mechatronischer und cyber-physischer Systeme. Beuth Verlag, Berlin, 2021.
- DIN 1319 Grundlagen der Messtechnik, Beuth Verlag, Berlin, 2005.

Kurzporträt BMB403: Entwicklung mechatronischer Systeme

Worum geht es? In diesem Modul entwickeln Studierende einfache mechatronische Systeme, also Systeme, in denen Mechanik, Elektrik, Fluidik und Steuerung zusammenwirken. Studierende lernen, solche Systeme zu strukturieren, zu modellieren, zu simulieren und einfache Steuerungen zu entwerfen. Auch Sicherheitsbetrachtungen und Schaltpläne gehören dazu.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen sind wichtig, um mechatronische Produkte und Anlagen fachübergreifend zu planen und zu beurteilen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für komplexere Entwicklungsaufgaben in Maschinenbau, Automatisierung und Robotik.
Wieso ist es interessant? Viele moderne Produkte funktionieren nur durch das Zusammenspiel verschiedener technischer Disziplinen. Das Modul zeigt, wie mechanische, elektrische und steuerungstechnische Teilfunktionen zu einem Gesamtsystem verbunden werden.

BMB404: Fluidmechanik

Modulverantwortung	Prof. Dr. Norman Lupa	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Arne Graßmann Prof. Dr. Frank Alsmeyer
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 2 Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Fluid mechanics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Differential- und Integralrechnung sowie Funktionen als Grundlage fluidmechanischer Bilanzgleichungen.
- BMB102: Dynamik: Bewegung, Kräfte und Energiebetrachtungen in mechanischen Systemen als Grundlage technischer Strömungsvorgänge.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Fluidmechanik auf technische Strömungsvorgänge anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

technische Strömungsvorgänge analysieren und die klassischen integralen Modelle wie Massen-, Energie und Impulsbilanz auf laminare und turbulente Strömungsvorgänge anwenden,

WOZU. Um zukünftig die fluidmechanisch relevanten Fragestellungen im komplexen Kontext technischer Aufgabenstellungen lösen zu können.

Inhalte

- Hydro und Aerostatik
- Druckverlauf im statischen Fluid und Druckkräfte auf Körper
- Massenerhaltung in Strömungen
- Massenströme und Volumenströme
- Energieerhaltung in Strömungen
- Strömungen mit Verlusten, insbesondere Kanalströmungen (Rohr/Couette) und Spalt-strömung
- Impulserhaltung in Strömungen
- Freier Fall und Umströmung von Körpern
- Kompressible Strömungen
- Schallgeschwindigkeit und Machzahl
- Düsenströmung und senkrechter Verdichtungsstoß
- Turbulenz
- Messung von Strömungsgrößen

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Bschorer, Költzsch: Technische Strömungslehre, Springer Vieweg, 12. Aufl. 2021
- Herwig: Strömungsmechanik, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2. Aufl. 2016

Kurzporträt BMB404: Fluidmechanik

Worum geht es? Dieses Modul behandelt Flüssigkeiten und Gase in Ruhe und Bewegung. Studierende lernen, Druckkräfte, Massenströme, Energie- und Impulsbilanzen sowie Strömungsverluste zu berechnen. Auch Themen wie Turbulenz, kompressible Strömungen, Düsenströmung und Strömungsmessung werden betrachtet.
Wofür braucht man es? Fluidmechanik wird benötigt, um Strömungen in Rohren, Kanälen, Maschinen, Anlagen oder umströmten Körpern zu verstehen. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Strömungsprobleme zu analysieren und geeignete Lösungen zu entwickeln.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie Luft und Flüssigkeiten technische Systeme beeinflussen, findet hier die Grundlagen. Das Modul macht nachvollziehbar, warum Strömungen für Energiebedarf, Kräfte, Verluste und Funktion entscheidend sind.

BMB405: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone (mit IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Peter Hader Prof. Dr. Patric Enewoldsen Prof.Dr.-Ing. Andreas Hoppermann
Verwendbarkeit	Bachelor Maschinenbau	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 4 P | 1 SL	**Engl. Titel**	Capstone project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB401: Thermodynamik: Energiewandlungen, thermodynamische Systeme, Hauptsätze, Zustandsgrößen und Kreisprozesse.
- BMB402: Methodische und nachhaltige Produktentwicklung: Anforderungen, Gestaltungsprozess, Bewertung von Produkteigenschaften, Nachhaltigkeit und Maschinensicherheit.
- BMB403: Entwicklung mechatronischer Systeme: Strukturierung, Modellierung, Simulation und Sicherheitsbetrachtung einfacher mechatronischer Systeme.
- BMB404: Fluidmechanik: Massen-, Energie- und Impulsbilanzen sowie Analyse technischer Strömungsvorgänge.
- BB002: StartING 2: ingenieurwissenschaftliches Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Präsentation.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BMB405a: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BMB405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ein mechatronisches Produkt oder einen technischen Prozess nachhaltig und unter Berücksichtigung von Energie-, Stoff- und Signalwandlungen methodisch zu entwickeln, zu analysieren, zu bewerten, zu dokumentieren und fachlich nachvollziehbar zu präsentieren. Darüber hinaus können sie betriebswirtschaftliche Methoden zur Kostenplanung, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Risikoanalyse und Entscheidungsunterstützung in technischen Projekten anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- eine praxis- oder forschungsorientierte Aufgabenstellung analysieren und in Entwicklungs- und Bewertungsaufgaben überführen (*BMB405a*),
- Anforderungen an Produkt, Prozess, Funktion, Sicherheit, Nachhaltigkeit und technische Umsetzung ableiten (*BMB405a*),
- methodische Produktentwicklungswerkzeuge auswählen und anwenden (*BMB405a*),
- Energie-, Stoff- und Signalwandlungen in technischen Systemen analysieren und bei der Lösungsentwicklung berücksichtigen (*BMB405a*),
- mechatronische Teilsysteme strukturieren, modellieren und technisch begründen (*BMB405a*),
- Nachhaltigkeits-, Sicherheits- und Qualitätsaspekte in die Lösung integrieren (*BMB405a*),
- Arbeitsergebnisse fachgerecht dokumentieren, bewerten und präsentieren (*BMB405a*),
- Kosten planen, schätzen und kontrollieren (*BMB405b*),
- Wirtschaftlichkeitsanalysen, zum Beispiel Break-even-Analysen, anwenden (*BMB405b*),
- Risiken aus betriebswirtschaftlicher Perspektive identifizieren und bewerten (*BMB405b*),
- Entscheidungs- und Analysemethoden, zum Beispiel Nutzwertanalyse, Entscheidungsbaumverfahren und SWOT-Analyse, einsetzen (*BMB405b*),
- Kennzahlen zur Bewertung und Steuerung technischer Projekte heranziehen (*BMB405b*),
- Ressourcen und Kapazitäten analysieren (*BMB405b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um vollständige Produkt- und Prozessentwicklungen methodisch, nachhaltig und nachvollziehbar umzusetzen und zugleich fundierte Entscheidungen über Projektdurchführung, Produkteinführung oder Prozessoptimierung treffen zu können.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BMB405a: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone-Projekt*

- Die Studierenden durchlaufen den gesamten Produktentwicklungsprozess.
- Die einzelnen Abschnitte werden in unterschiedlichen Baugruppen eines Produkts behandelt. Die Lehrenden betreuen unterschiedliche Abschnitte, die parallel durchlaufen werden (Simultaneous Engnieering).
- PEP Standardprozess und Strukturierung / Simultaneous Engineering
- Nachhaltigkeit / Ökobilanz
- Maschinensicherheit / Risikobeurteilungen
- FMEA
- Steuerungstechnik
- Elektrische, fluidische und mechanische Simulation
- Kennfeldbestimmung
- Produktvalidierung (Validierungsplan erstellen)

- Dokumentation und Abschlusspräsentation

Veranstaltungsteil *BMB405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*

- Kostenplanung, -schätzung und -kontrolle
- Wirtschaftlichkeitsanalysen, zum Beispiel Break-even-Analyse
- Risikomanagement (betriebswirtschaftliche Perspektive)
- Controlling im Projekt: Kennzahlen und Reporting
- Produktlebenszyklus und Lebenszykluskosten
- Entscheidungs- und Analysemethoden
- Nutzwertanalyse und Priorisierungstechniken
- Ressourcenplanung und Kapazitätsmanagement
- Engpassmanagement

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BMB405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*: Studienarbeiten/Testate, Teilnahme an 2-3 Feedbackgesprächen zu den Prüfungselementen sowie Abgabe zur Kostenrechnung und Wirtschaftlichkeitsbewertung

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BMB405a: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Produkt- oder Prozesskonzept, Entwicklungs- und Bewertungsunterlagen, Simulations- und Validierungsnachweise, Risiko- und Nachhaltigkeitsbewertungen sowie eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BMB405a: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Bücher und Unterlagen der Module „Thermodynamik“, „Methodische und nachhaltige Produktentwicklung“, „Entwicklung mechatronischer Systeme“ und „Fluidmechanik“
- anwendungsspezifische Normen, Datenblätter, Katalogunterlagen und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BMB405b: IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden*

- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen zu Kostenrechnung, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Projektcontrolling und Risikomanagement
- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BMB405: Produkt- und Prozessentwicklung - Capstone (mit IWA - Betriebswirtschaftliche Methoden)

Worum geht es? In diesem Modul bearbeiten Studierende eine integrierte Entwicklungsaufgabe für ein mechatronisches Produkt oder einen technischen Prozess. Dabei werden Energie-, Stoff- und Signalwandlungen, Nachhaltigkeit, Sicherheit, Qualität, Simulation und Validierung berücksichtigt. Ergänzend kommen betriebswirtschaftliche Methoden wie Kostenplanung, Wirtschaftlichkeitsanalyse, Risikobewertung und Entscheidungsverfahren zur Anwendung.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um Produkt- und Prozessentwicklungen methodisch, nachhaltig und wirtschaftlich fundiert umzusetzen. Die Kompetenzen helfen dabei, technische Lösungen nicht nur funktional, sondern auch unter Kosten-, Risiko- und Ressourcenperspektiven zu bewerten.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie technische Entwicklung, Nachhaltigkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit in einem Projekt zusammenkommen. Wer erleben möchte, wie ein Produkt oder Prozess von der Aufgabenstellung bis zur begründeten Bewertung entwickelt wird, findet hier den Praxisbezug.

Lernpfad Robotik

Der Lernpfad Robotik befähigt die Studierenden, robotische und mechatronische Systeme mechanisch, sensorisch, signaltechnisch und steuerungsbezogen zu verstehen, zu planen und praktisch umzusetzen. Dabei entwickeln sie Kompetenzen in der Analyse von Bewegung, Sensorik und Signalverarbeitung sowie in der Programmierung und Bewertung industrieller und kollaborativer Robotersysteme.

Zusammenfassung der Lernziele / Kompetenzen

- **WAS**: Die Studierenden können nach Abschluss des Lernpfads robotische und mechatronische Systeme mechanisch, sensorisch, signaltechnisch und steuerungsbezogen analysieren, planen, programmieren, praktisch umsetzen und hinsichtlich Funktion, Sicherheit und Interaktion bewerten. Sie entwickeln dabei insbesondere Kompetenzen im Modellieren von Bewegung und Systemverhalten, im Anwenden sensorischer und signalverarbeitender Methoden sowie im Entwurf, Test und der Dokumentation robotischer Anwendungen.
- **WOMIT**: Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie im Lernpfad
  - Bewegungen starrer Körper und Punktmassen mit Methoden der Kinematik und Kinetik modellieren und berechnen,
  - Sensorik und Signalverarbeitung zur Erfassung, Aufbereitung und Bewertung technischer Daten einsetzen,
  - industrielle Robotersysteme hinsichtlich Kinematik, Programmierung, Arbeitsraum, Bahnplanung und Einsatzgrenzen analysieren,
  - kollaborative Robotikanwendungen unter Berücksichtigung von Sicherheit, Mensch-Roboter-Interaktion und Prozessintegration planen und bewerten,
  - mechanische, sensorische, steuerungs- und softwarebezogene Teilsysteme zu robotischen Anwendungen zusammenführen,
  - im Capstone-Projekt eine integrierte mechatronisch-robotische Entwicklungsaufgabe umsetzen, testen, dokumentieren und präsentieren.
- **WOZU**: Damit sie in späteren Entwicklungs-, Automatisierungs- und Integrationsaufgaben robotische Systeme fundiert auslegen, in Betrieb nehmen, bewerten und sicher in technische Prozesse einbinden können. Der Lernpfad führt die in der Ziele-Module-Matrix angelegten Kompetenzen von der Anwendungsebene zur integrierten Projektaufgabe: Die Studierenden strukturieren robotische Problemstellungen, wenden geeignete Methoden und Werkzeuge an, bewerten technische Daten und führen Entwurf, Umsetzung, Test, Dokumentation, Teamarbeit und Kommunikation im Capstone-Projekt auf Transferniveau zusammen.

Kurzporträt Lernpfad Robotik

Worum geht es? Der Lernpfad Robotik bündelt mechanische Dynamik, Sensorik, Signalverarbeitung, Robotik und kollaborative Systeme zu einem interdisziplinären Kompetenzaufbau. Die Studierenden lernen, Bewegungen und Kräfte zu beschreiben, sensorische Informationen zu nutzen, robotische Systeme zu modellieren und Anwendungen sicher in technische Prozesse einzubinden. Dabei werden Mechanik, Elektronik, Steuerung, Software und Mensch-Maschine-Interaktion zusammen betrachtet. Im Capstone-Projekt wird dieses Zusammenspiel in einer zusammenhängenden robotischen Aufgabe praktisch erprobt.

Wofür braucht man es? Robotische Systeme kommen in Produktion, Logistik, Laborautomation, Assistenzsystemen und vielen weiteren technischen Anwendungen zum Einsatz. Die Kompetenzen des Lernpfads helfen, Roboter auszulegen, zu programmieren, zu testen und hinsichtlich Funktion, Sicherheit und Einsatzbedingungen zu bewerten. Die Studierenden bereiten sich damit auf Aufgaben vor, in denen mechanische, elektronische und softwarebezogene Teilaspekte zu einem zuverlässigen Gesamtsystem integriert werden müssen.

Wieso ist es interessant? Robotik macht Technik unmittelbar erfahrbar, weil Bewegung, Wahrnehmung und Entscheidung in einem System zusammenkommen. Der Lernpfad zeigt, wie Roboter ihre Umgebung erfassen, Bewegungen planen, Aufgaben ausführen und mit Menschen oder anderen technischen Systemen zusammenarbeiten. Wer verstehen möchte, wie aus Dynamik, Sensoren, Steuerung und Software handlungsfähige Maschinen entstehen, findet hier einen anschaulichen und praxisnahen Schwerpunkt.

BMT101: Dynamik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jaan Unger	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Dynamics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik starrer Körper, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen, Reaktionskräfte und Schnittgrößen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Kinematik und Kinetik auf einfache Bewegungen starrer Körper und Punktmassen anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

geeignete kinematische Variablen zur Beschreibung der ebenen Bewegung auswählen, die entsprechenden Differenzialgleichungen und Energieterme aufstellen und deren Zeitverläufe bei entsprechenden Anfangsbedingungen bestimmen.

WOZU. Um zukünftig befähigt zu sein, in einem technischen Problem die mechanischen Teilprobleme zu identifizieren, die Teillösungen zur Gesamtlösung zusammenzusetzen und im Kontext des ursprünglichen Problems zu interpretieren. Um so in der Lage zu sein einfache bewegte Systeme der Ingenieurrealität berechnen zu können. Um für weiterführende Fächer, wie z.B. Maschinenelemente oder Regelungstechnik vorbereitet zu sein.

Inhalte

- Kinematik & Kinetik des Massenpunktes in kartesischen und natürlichen Koordinaten
- Newton'sches Grundgesetz
- Prinzip von d' Alembert
- Bewegungswiderstände
- Impuls- und Energieerhaltungssatz
- Stoßvorgänge
- Erweiterung auf ebene Bewegungen starrer Körper
- gedämpfte Eigenschwingungen
- gedämpfte fremderregte Schwingungen

Prüfungsvorleistung

Aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Groß, Hauger, Schröder: Technische Mechanik 3, Springer Vieweg; Auflage: 14., überarb. u. erw. Aufl. 2019 (1. März 2021)
- Holzmann, Meyer, Schumpich: Technische Mechanik, Kinematik und Kinetik, Springer Vieweg, 2019
- Hibbeler: Technische Mechanik 3, Pearson, Auflage: 14., überarb. u. erw. Aufl. 2019 (1. Mai 2021)

Kurzporträt BMT101: Dynamik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es um Bewegung und die Kräfte, die Bewegung verursachen oder verändern. Studierende lernen, Punktmassen und starre Körper mit Kinematik und Kinetik zu beschreiben. Im Praktikum und in Übungen wenden Studierende diese Grundlagen auf einfache bewegte technische Systeme an.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Bewegungen in robotischen und mechatronischen Systemen zu verstehen. Die Kompetenzen helfen dabei, mechanische Teilprobleme zu erkennen, zu berechnen und in größere technische Lösungen einzuordnen.
Wieso ist es interessant? Roboter bewegen sich nur dann gezielt, wenn ihre Mechanik verstanden wird. Das Modul zeigt, wie Bewegung, Kräfte und Schwingungen berechnet und technisch interpretiert werden.

BMT102: Sensortechnik und Signalverarbeitung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Emely Große Böckmann	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Emely Große Böckmann
Verwendbarkeit	Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Sensors and Signal Processing
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und mathematische Grundverfahren für Signalbeschreibung und Auswertung.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Bauelemente, einfache Schaltungen und Messgrundlagen.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: Wechselstromgrößen, frequenzabhängige Netzwerke und Filtergrundlagen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden sind in der Lage gängige Sensoren mit ihren zugrundeliegenden physikalischen Effekten zu verstehen und kennen die Grundlagen der Signalverarbeitung.

WOMIT. Durch Darstellung der Sensoren mit ihrer Funktionsweise / der Grundlagen der Signalverarbeitung und der Besprechung der jeweiligen physikalischen Effekte / der entsprechenden Mathematik. In der Übung werden entsprechende Aufgaben gerechnet und ggf. Sensoren vorgeführt.

WOZU. Jeder Roboter benötigt Sensoren, um verschiedene Signale (visuell, auditiv, taktil, usw.) zu detektieren. Die Sensorik im Zusammenspiel mit der Signalverarbeitung entspricht den Sinneswahrnehmungen eines Roboters und der Grundlage für dessen Steuerung und Regelung. Auch um Prozesse in der Produktion zu automatisieren und zu digitalisieren sind Sensoren notwendig, die relevante Daten erfassen. Diese Daten werden in Form von Signalen weiterverarbeitet und ausgewertet. Das Verständnis dieser Vorgänge ist essenziell für die Automatisierung und die Digitalisierung einer Produktion.

Inhalte

- Vorstellung verschiedener Sensorarten auf Basis elektromagnetischer, kapazitiver und thermoelektrischer Effekte
- Signalfilterung und -verstärkung
- Analog-/Digitalumwandlung, Digitalisierung
- Nichtlineare Systeme/Filter
- Signalübertragung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Tränkler, H.-R.; Reindl, L. M. (Hrsg.): Sensortechnik. 2. Auflage, Springer Vieweg, 2018.
- Schrüfer, E.; Reindl, L.; Zagar, B.: Elektrische Messtechnik. 12. Auflage, Hanser, 2018.
- Hoffmann, J.: Taschenbuch der Messtechnik. 7. Auflage, Hanser, 2015.
- Oppenheim, A. V.; Schafer, R. W.: Discrete-Time Signal Processing. 3rd edition, Pearson, 2010.
- Kammeyer, K.-D.; Kroschel, K.: Digitale Signalverarbeitung. 7. Auflage, Springer Vieweg, 2012.

Kurzporträt BMT102: Sensortechnik und Signalverarbeitung (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul erklärt, wie Roboter und mechatronische Systeme Informationen aus ihrer Umgebung erfassen. Studierende lernen verschiedene Sensorarten und die physikalischen Effekte dahinter kennen. Außerdem geht es um Signalfilterung, Verstärkung, Digitalisierung und Signalübertragung.
Wofür braucht man es? Sensorik und Signalverarbeitung sind zentrale Grundlagen für Steuerung, Regelung, Automatisierung und Digitalisierung. Die Kompetenzen helfen dabei, Messdaten zu erfassen, aufzubereiten und für technische Entscheidungen nutzbar zu machen.
Wieso ist es interessant? Sensoren sind für Roboter ähnlich wichtig wie Sinne für Menschen. Das Modul zeigt, wie aus Licht, Kraft, Temperatur, Abstand oder anderen Größen technische Signale entstehen.

BMT103: Robotik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Robotics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und mechanische Grundzusammenhänge technischer Systeme.
- BMT101: Dynamik: Kinematik und Kinetik bewegter mechanischer Systeme als Grundlage für Roboterbewegungen.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Ablaufmodellierung mit PAP und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Nach Ablauf der Veranstaltung sind Studierende in der Lage die Funktionsweise von Industrierobotern (IR) zu verstehen einfache robotertechnische Anwendungen zu planen Roboterprogramme offline und online zu erstellen sowie Raumpunkte zu teachen Roboterstationen zu dokumentieren, zu bewerten und in Betrieb zu nehmen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Industrieroboter und Peripherie (Greifer, Werkzeuge, Sensorik, Materialbereitstellung) für eine einfache Anwendung auswählen
- mit Subsystemen Roboterzellen layouten
- automatische Abläufe über Programmablaufpläne strukturieren
- mithilfe geeigneter Programmiersoftware Roboterprogramme entwickeln und simulieren
- mit Handbediengeräten Raumpunkte teachen und Bewegungsabläufe optimieren
- Anwender- und Projektdokumentation praxisnah erstellen

WOZU. damit Studierende einfache Roboterstationen planen, auslegen und umsetzen können, Roboterprogramme beurteilen, optimieren und weiterentwickeln, Bewegungsabläufe effizient teachen und zeitlich optimieren können, wirtschaftliche Aspekte und Automatisierungspotenziale analysieren, sicherheitstechnische Anforderungen anwenden sowie anwendergerechte technische Dokumentationen erstellen und bewerten können.

Inhalte

- Grundlagen der Robotik: Definitionen, Begriffe, Handhabungsfunktionen
- Einsatzfelder und Anwendungen von Industrierobotern
- Aufbau, Strukturen und Kinematiken von Industrierobotern
- Endeffektoren: Greifer, Werkzeuge, Wechselsysteme
- Sensorik in der Robotik (Kraft-/Momentensensorik, Bildverarbeitung, Näherungssensorik)
- Peripherie und Materialbereitstellung (Fördertechnik, Werkstückträger, Positioniersysteme)
- Steuerungs- und Programmiersysteme
- Offline-Programmierung und Programmiersprachen
- Online-Programmierung und Simulation
- Sicherheitsanforderungen (Schutzkonzepte)
- Wirtschaftlichkeit und Auswahlkriterien von Roboterlösungen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Savić, S.; Verl, A.; Weitschat, R. (Hrsg.): Industrieroboter – Grundlagen, Einsatz, Programmierung. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2022.
- Niku, S. B.: Einführung in die Robotik – Analyse, Steuerung und Programmierung. 2. Auflage, De Gruyter, Berlin, 2021. (deutsche Ausgabe)
- VDMA: Robotik – Leitfaden für industrielle Anwendungen. VDMA Verlag, Frankfurt am Main, 2020.
- Wolf, A.; Brunner, B.; Bauernhansl, T.: Automatisierung und Robotik in der Produktion. 3. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2023.
- Schraft, R. D.; Hägele, M.; Wegener, K.: Robotertechnik – Komponenten, Steuerung und Systeme. 4. Auflage, Hanser Verlag, München, 2019.

Kurzporträt BMT103: Robotik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie Industrieroboter aufgebaut sind, programmiert werden und in Produktionsumgebungen arbeiten. Studierende beschäftigen sich mit Kinematik, Greifern, Werkzeugen, Sensorik, Peripherie, Steuerung, Simulation und Sicherheit. Im Praktikum planen, programmieren, teachen und bewerten Studierende einfache Roboteranwendungen.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden gebraucht, um Roboterstationen auszulegen, in Betrieb zu nehmen und zu optimieren. Die Kompetenzen helfen dabei, Automatisierungspotenziale, Wirtschaftlichkeit und sicherheitstechnische Anforderungen realistisch zu beurteilen.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie Roboter in Fabriken Aufgaben übernehmen, bekommt hier einen praxisnahen Einstieg. Das Modul zeigt, wie Mechanik, Sensorik, Programmierung und Prozessplanung zu einer funktionierenden Roboterzelle werden.

BMT104: Kollaborative Robotik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Holger Dander	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander
Verwendbarkeit	Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**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**	Collaborative Robotic
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMT103: Robotik: Aufbau, Programmierung, Simulation, Inbetriebnahme und Bewertung einfacher Roboterstationen.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und mechanische Grundzusammenhänge technischer Systeme.
- BMT101: Dynamik: Kinematik und Kinetik bewegter mechanischer Systeme als Grundlage für Roboterbewegungen.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Ablaufmodellierung mit PAP und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Nach Ablauf der Veranstaltung sind Studierende in der Lage, die Funktionsweise von kollaborierender Robotik (Cobots) zu verstehen, einfache robotertechnische Anwendungen zu planen, Roboterprogramme zu erstellen sowie Raumpunkte auch im Playback-Verfahren zu teachen, eine Mensch-Maschine-Kollaboration im Produktionsumfeld zu bewerten, zu entwickeln und zu dokumentieren, tabellarische Daten zu verarbeiten und grafisch aufzubereiten sowie technische Abläufe mit PAP und UML modellhaft darzustellen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Teachpunkte setzen und Bewegungsabläufe definieren an verschiedenen Robotern
- Lauffähige Programme erstellen unter Berücksichtigung kollaborativer Bewegungen und Kräfte sowie unter Berücksichtigung manueller Tätigkeiten
- Sicherheitsaspekte (Sicherheitszonen, Geschwindigkeiten, Sensorik) einplanen und implementieren
- Roboterprogramme mit Produktionsperipherie (z. B. SPS, Sensoren) verbinden
- Programme testen, anpassen und dokumentieren.

WOZU. damit Studierende kollaborierende Robotersysteme in der Produktion effizient, sicher und anwendungsgerecht einsetzen können.

Inhalte

- Einführung in kollaborierende Robotik
- Kollaborationstypen und Arbeitsformen, Grenzen kollaborierende Robotik
- Sicherheitskonzepte und Normen
- Schnittmengen und Abgrenzung zu humanoiden Robotern
- Mensch-Maschine-Interkation (MMI) und Ergonomie
- Programmier- und Steuerungskonzepte für kollaborierende Robotik
- Integration in Produktionssysteme
- Wirtschaftliche Bewertung kollaborierende Robotik, Prozessanalyse und Effizienzbetrachtung
- Soziotechnische Perspektive, Soziotechnische Effekte und Arbeitsgestaltung
- Zukunftstechnologien und Forschungstrends
- Kritische Betrachtung und Grenzen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 90 Minuten

Literatur

- „Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration“ – Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich (Hanser Fachbuchverlag, 2. Aufl., 2023)
- „Mensch-Roboter-Kollaboration“ – Hans-Jürgen Buxbaum (Springer Gabler, 2020)
- „Mensch-Roboter-Kooperation erfolgreich einführen: Grundlagen, Leitfaden, Applikationen“ – Markus Glück (Springer Vieweg, 2025)

Kurzporträt BMT104: Kollaborative Robotik (mit Praktikum)

Worum geht es? Dieses Modul behandelt Roboter, die in direkter Nähe oder Zusammenarbeit mit Menschen eingesetzt werden. Studierende lernen Kollaborationstypen, Sicherheitskonzepte, Mensch-Maschine-Interaktion, Ergonomie, Programmierung und Prozessintegration kennen. Im Praktikum planen und testen Studierende Programme unter Berücksichtigung von Bewegungen, Kräften, Sensorik und manuellen Tätigkeiten.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um kollaborative Robotersysteme sicher und anwendungsgerecht in Produktionsprozesse einzubinden. Die Kompetenzen helfen dabei, technische, wirtschaftliche und soziotechnische Aspekte gemeinsam zu bewerten.
Wieso ist es interessant? Kollaborative Roboter verändern, wie Menschen und Maschinen zusammenarbeiten. Das Modul zeigt, wie solche Systeme sicher geplant, programmiert und sinnvoll in Arbeitsabläufe integriert werden.

BMT105: Robotik - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Holger Dander Prof. Dr. Emely Große-Böckmann Lehrpersonen des Sprachenzentrums
Verwendbarkeit	Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch und Englisch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | 3 P | 2 SL	**Engl. Titel**	Capstone Project
Workload	• Präsenz: 55 Std. • Selbst: 80 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMT101: Dynamik: Kinematik, Kinetik und mechanische Bewertung bewegter robotischer Systeme.
- BMT102: Sensortechnik und Signalverarbeitung: Sensorprinzipien, Signalfilterung, Verstärkung, Digitalisierung und Signalübertragung.
- BMT103: Robotik: Planung, Programmierung, Simulation, Inbetriebnahme und Bewertung von Roboterstationen.
- BMT104: Kollaborative Robotik: sichere Mensch-Roboter-Kollaboration, Programmierung, Prozessintegration und Bewertung kollaborativer Robotersysteme.
- BB001: StartING 1: fachsprachliche Englischkenntnisse, technische Fachsprache und grundlegende technische Kommunikationssituationen.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BMT105a: Robotik - Capstone-Projekt*: 3 ECTS, 3P
- *BMT105b: IWA - Technisches Englisch*: 2 ECTS, 2SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, eine vorgegebene robotische oder mechatronisch-robotische Aufgabenstellung selbstständig zu analysieren, eine geeignete Systemlösung zu planen, umzusetzen, zu testen, zu bewerten und fachlich nachvollziehbar zu dokumentieren und zu präsentieren. Darüber hinaus können sie technische Prozesse, Systeme und Arbeitsergebnisse in geeigneter Fachsprache darstellen und typische berufliche Kommunikationssituationen auf Englisch bewältigen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- eine robotische Aufgabenstellung analysieren und Anforderungen an Bewegung, Sensorik, Steuerung, Sicherheit und Mensch-Roboter-Interaktion ableiten (*BMT105a*),
- geeignete robotische Komponenten, Sensoren, Werkzeuge und Peripherie auswählen und begründen (*BMT105a*),
- eine einfache Roboteranwendung planen, programmieren, simulieren und praktisch erproben (*BMT105a*),
- Bewegungsabläufe teachen, optimieren und hinsichtlich Funktion, Sicherheit und Effizienz bewerten (*BMT105a*),
- Sensor- und Signalverarbeitungsaspekte in die Systemlösung integrieren (*BMT105a*),
- die Umsetzung im Team planen, abstimmen und dokumentieren (*BMT105a*),
- Projektergebnisse präsentieren und in einem Fachgespräch reflektieren (*BMT105a*),
- technische Abläufe, Geräte, Produkte und Arbeitsergebnisse fachsprachlich beschreiben (*BMT105b*),
- Präsentations-, Diskussions- und Feedbacksituationen im technischen Kontext auf Englisch üben (*BMT105b*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um robotische Systeme in industriellen oder kollaborativen Anwendungskontexten sicher, funktionsgerecht und nachvollziehbar zu entwickeln sowie fachliche Ergebnisse in technischen Projekt-, Dokumentations- und Kommunikationssituationen adressatengerecht darzustellen.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BMT105a: Robotik - Capstone-Projekt*

- Auswahl, Eingrenzung und Bearbeitung einer robotischen oder mechatronisch-robotischen Aufgabenstellung
- Analyse von Anforderungen an Bewegung, Sensorik, Steuerung, Sicherheit und Mensch-Roboter-Interaktion
- Auswahl und Integration geeigneter Roboterkomponenten, Sensoren, Werkzeuge und Peripherie
- Planung, Programmierung, Simulation und praktische Erprobung einer Roboteranwendung
- Teachen, Optimieren und Bewerten von Bewegungsabläufen
- Integration von Sensorik und Signalverarbeitung in die Systemlösung
- Erstellung geeigneter fachlicher Artefakte, zum Beispiel Systemkonzept, Programm- und Simulationsunterlagen, Testprotokolle und technische Dokumentation
- fachliche Diskussion, Präsentation, Vorführung und Fachgespräch
- Nutzung von Feedback zur Überarbeitung

Veranstaltungsteil *BMT105b: IWA - Technisches Englisch*

- technisches Fachvokabular
- Darstellung technischer Abläufe und Prozesse, zum Beispiel Produktionsschritte
- Erläuterung von Diagrammen, Skizzen und technischen Daten
- Beschreibung von Geräten, Produkten und technischen Arbeitsergebnissen

- technische Präsentationen
- kommunikative Situationen im Unternehmen, zum Beispiel Diskussionen, Meetings und Feedbackgespräche
- Phrasen und Redemittel für Präsentationen
- kooperative Kommunikationsstrukturen
- Reflexion des eigenen Arbeits- und Lernprozesses

Prüfungsvorleistung

Testat im Veranstaltungsteil *BMT105b: IWA - Technisches Englisch*: schriftlicher Test (75 Minuten) sowie mündliche Leistung (Kurzpräsentationen, fachsprachliche Kommunikationsübungen und Reflexionsbeiträge) im Kursverlauf

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten) im Veranstaltungsteil *BMT105a: Robotik - Capstone-Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere eine technische Dokumentation, ein Systemkonzept, Programm- und Simulationsunterlagen, Integrations- und Testprotokolle, Bewertungs- und Validierungsergebnisse sowie eine Präsentation mit Fachgespräch.

Literatur

Veranstaltungsteil *BMT105a: Robotik - Capstone-Projekt*

- themenspezifische wissenschaftliche und technische Fachliteratur
- Literatur und Unterlagen aus den Modulen „Dynamik“, „Sensortechnik und Signalverarbeitung“, „Robotik“ und „Kollaborative Robotik“
- anwendungsspezifische Datenblätter, Applikationsschriften und technische Dokumentationen

Veranstaltungsteil *BMT105b: IWA - Technisches Englisch*

- Bonamy, David: *Technical English 4*, Pearson, 2022
- themenspezifische Fachliteratur und Unterlagen aus dem Capstone-Projekt

Kurzporträt BMT105: Robotik - Capstone (mit IWA - Technisches Englisch)

Worum geht es? In diesem Modul bearbeiten Studierende eine robotische oder mechatronisch-robotische Projektaufgabe. Studierende analysieren Anforderungen, wählen Komponenten und Sensoren aus, planen, programmieren, simulieren, testen und bewerten eine Systemlösung. Zusätzlich üben Studierende technische Dokumentation, Präsentation und fachliche Kommunikation auf Englisch.
Wofür braucht man es? Die Kompetenzen werden gebraucht, um robotische Systeme in industriellen oder kollaborativen Anwendungen nachvollziehbar zu entwickeln und umzusetzen. Die Kompetenzen stärken außerdem Teamarbeit, Projektkommunikation und die Fähigkeit, Ergebnisse fachlich zu präsentieren.
Wieso ist es interessant? Das Capstone-Modul zeigt, wie Bewegung, Sensorik, Steuerung, Sicherheit und Mensch-Roboter-Interaktion in einem Projekt zusammenkommen. Wer erleben möchte, wie aus einer Aufgabenstellung eine getestete Roboteranwendung entsteht, findet hier den Praxisbezug.

Wahlpflichtmodule

Die Wahlpflichtmodule ermöglichen den Studierenden, ihr Kompetenzprofil entsprechend persönlicher Interessen und beruflicher Zielrichtungen zu vertiefen und zu verbreitern. Sie ergänzen die Pflichtmodule um spezialisierte Themen aus Konstruktion, Produktion, Elektrotechnik, eingebetteten Systemen, Robotik, Simulation, Datenanalyse, KI und weiteren aktuellen Feldern der Ingenieurwissenschaften.

BWP501: Engineering Design - Angewandtes CAE (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Norman Lupa	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Norman Lupa
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Engineering Design – Applied CAE
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und mechanische Grundmodelle.
- BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik: Spannungen, Verformungen, Tragfähigkeit und Festigkeitsnachweise belasteter Bauteile.
- BMB401: Thermodynamik: thermodynamische Systeme, Energiewandlungen und Wärmeübertragung als Grundlage thermischer Analysen.
- BMB102: Dynamik: Dynamik starrer Körper, Bewegungen, Kräfte und Schwingungen als Grundlage modaler und mehrkörperdynamischer Analysen.
- BMB202: Engineering Design - Produktdesign: 3D-CAD-Modellierung, Baugruppen und simulationsgerechte technische Produktmodelle.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können integrierte CAE-Werkzeuge einsetzen und technische Fragestellungen in CAE-Modelle überführen, auf Grundlage simulationsgerechter 3D-CAD-Modelle mechanische, thermische und modale Analysen sowie einfache parametrische Variantenstudien durchführen und die Ergebnisse mit analytischen Lösungen plausibilisieren und für Nachweiszwecke bewerten.,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- 3D-CAD-Modelle nach definierten Regeln für nachgelagerte Simulationen konstruieren
- lineare FEM-Modelle, modale und thermische Analysen sowie MKS-Modelle starrer Körper in einer integrierten CAE-Umgebung erstellen
- Randbedingungen problemorientiert definieren und deren Auswirkungen interpretieren
- parametrische Variantenstudien zu einfachen Fragestellungen durchführen
- Simulationsergebnisse mit analytisch hergeleiteten Referenzwerten zur Plausibilitätsprüfung vergleichen
- Simulationsmodelle und -ergebnisse strukturiert dokumentieren
- grundlegende Produktdatenmanagement-Prozesse wie Versionierung und Freigaben nutzen
- ein selbst gestaltetes Bauteil mit den erlernten Methoden untersuchen,

WOZU. Um im beruflichen Kontext den digitalen Produktentwicklungsprozess sicher zu unterstützen, Konstruktionsmodelle korrekt für CAE-Prozesse vorzubereiten und simulationsgestützte Entscheidungen treffen zu können.

Inhalte

- Grundlagen des CAE
- Strategien für den Aufbau parametrischer 3D-CAD-Modelle
- Grundlagen der FEM
- Grundlagen der Mehrkörpersimulation
- Additive Manufacturing im Produktentwicklungsprozess
- Produktdatenmanagement

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme, 1-2 Feedbackgespräche (je 10-15 Minuten) und 2-3 Simulationsdokumentationen (je 2-8 Seiten)

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Vajna, S., Bley, H., Gerhard, D., Hehenberger, P., Wartzack, S., Weber, C. u. Zeman, K.: CAx für Ingenieure. Eine praxisbezogene Einführung. Springer Berlin Heidelberg 2018
- Klein, B.: FEM. Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2015
- Scheuermann, G.: Simulationen mit Inventor. FEM und dynamische Simulation: Grundlagen und Beispiele ab Version 2017. München: Hanser 2016
- Eigner, M.: Product lifecycle management. Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2012

Kurzporträt BWP501: Engineering Design - Angewandtes CAE (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, technische Bauteile nicht nur zu zeichnen, sondern auch digital zu untersuchen. Studierende arbeiten mit 3D-CAD-Modellen, FEM, thermischen und modalen Analysen sowie einfachen Variantenstudien. Im Praktikum prüfen Studierende Simulationsergebnisse und vergleichen sie mit nachvollziehbaren Referenzwerten.
Wofür braucht man es? Diese Inhalte werden gebraucht, um digitale Produktentwicklung in Konstruktion und Entwicklung sicher zu unterstützen. Die Kompetenzen helfen dabei, Modelle simulationsgerecht vorzubereiten und technische Entscheidungen auf Basis von Berechnungen zu treffen.
Wieso ist es interessant? Viele Produkte werden heute am Rechner getestet, bevor ein Prototyp gebaut wird. Das Modul zeigt, wie aus einem CAD-Modell ein belastbares Simulationsmodell für technische Nachweise entsteht.

BWP502: Finite-Elemente-Berechnungen in der Konstruktion (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jaan Unger	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jaan Unger
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Finite Element Analysis in Mechanical Design
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt, Gleichgewichtsbedingungen und mechanische Grundmodelle.
- BMB201: Festigkeitslehre - Elastostatik: Spannungen, Dehnungen, Biegung, Torsion und rechnerische Bewertung der Tragfähigkeit von Bauteilen.
- BMB102: Dynamik: Kinematik und Kinetik bewegter mechanischer Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können einfache Fragestellungen des Industriealltags mit Berechnungen der Finite-Elemente-Methode (FEM) bearbeiten und deren Ergebnisse verifizieren. Sie sind in der Lage die für die Fragestellung entscheidenden Größen zu identifizieren,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

die Grundzüge der FEM erlernen und Grundlagen deren Modellbildung für klassische Problemstellungen kennen- und beherrschen lernen. Indem sie ihre Ergebnisse mit Hilfe der Kompetenzen und des Wissens aus den vorangegangenen Fächern verifizieren,

WOZU. um in der Lage zu sein, Konstruktionen effizient und korrekt im Hinblick auf Festigkeit, Funktion und Machbarkeit zu bewerten. Um die Voraussetzungen für das Verständnis weiterführender Fächer der rechnergestützten Produktentwicklung zu erlangen.

Inhalte

- Grundlagen der FEM (mathematische Grundidee, Anwendungsbereiche, typische Arbeitsabläufe, Konvergenz, Randbedingungen, Symmetrie)
- Berechnungen klassischer Maschinenelemente und deren Verifizierung durch Auslegungsformeln
- Berechnung von Schrauben- und Schweißverbindungen und deren Verifizierung durch analytische Ansätze

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2001
- Wriggers, P.: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2001

Kurzporträt BWP502: Finite-Elemente-Berechnungen in der Konstruktion (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende die Finite-Elemente-Methode als Werkzeug für typische Konstruktionsaufgaben kennen. Studierende untersuchen einfache Bauteile, Maschinenelemente, Schrauben- und Schweißverbindungen rechnergestützt. Dabei prüfen Studierende, ob die Ergebnisse plausibel sind und zu klassischen Auslegungsformeln passen.
Wofür braucht man es? FEM-Berechnungen werden in der Konstruktion genutzt, um Festigkeit, Funktion und Machbarkeit von Bauteilen effizient zu bewerten. Das Modul schafft außerdem eine Grundlage für weiterführende Themen der rechnergestützten Produktentwicklung.
Wieso ist es interessant? Nicht jede technische Frage lässt sich allein mit einer Handrechnung beantworten. Das Modul zeigt, wie Simulation hilft, Belastungen und Schwachstellen in Konstruktionen sichtbar zu machen.

BWP503: Engineering Design - Systemoptimierung (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik: Maschinenelemente, Antriebsstränge, Lagerungen, Führungen, Getriebe und tribologisch relevante Systemkomponenten.
- BMB404: Fluidmechanik: technische Strömungsvorgänge, Energie- und Impulsbilanzen sowie Strömungsverluste.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verfolgen das Ziel der Produkt- und Systemoptimierung unter Berücksichtigung funktionaler, tribologischer und konstruktiver Anforderungen. Sie können das Verhalten von Konstruktionselementen im technischen System u.a. aus Kennfeldern ableiten, daraus optimale Einsatzbedingungen identifizieren, geeignete Komponenten auswählen und zu funktionsfähigen Baugruppen und Strukturen zusammensetzen,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

rechnerische und experimentell basierte Modellvorstellungen zusammenführen, aus den Bauteilbelastungen auf tribologische Beanspruchungen an Kontaktstellen schließen und unter Verwendung von Kennfeldern Konstruktionselemente optimiert auslegen,

WOZU. um zukünftig befähigt zu sein, das reale Verhalten der Systemkomponenten richtig zu interpretieren, Produkte und Systeme optimierungsorientiert zu modifizieren, tribologisch beanspruchte Normteile und Katalogware funktionssicher auszuwählen und zusammenzusetzen und alternative Lösungsansätze für die Produktgestaltung anwenden zu können.

Inhalte

- Restriktionsgerechtes Konstruieren,
- Prüfstände und Prüfverfahren,
- Grundlagen der Tribologie,
- Grundlagen der Dichtungstechnik,
- Hydrostatische und hydrodynamische Gleitlager,
- Grundlagen der Verzahnung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme, 1-4 verpflichtende Feedback-Gespräche

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Spura, Fleischer, Wittel, Jannasch: Roloff/Matek Maschinenelemente - Normung, Berechnung, Gestaltung; Springer Vieweg Verlag, 27. Auflage, 2025
- Sauer: Konstruktionselemente des Maschinenbaus 1 - Grundlagen der Berechnung und Gestaltung von Maschinenelementen; Springer Vieweg Verlag; 10. Auflage, 2023
- Sauer: Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2 - Grundlagen von Maschinenelementen für Antriebsaufgaben; Springer Vieweg Verlag; 9. Auflage, 2025
- Czichos, Habig: Tribologie-Handbuch – Tribometrie, Tribomaterialien, Tribotechnik; Springer Vieweg Verlag, 5. Auflage, 2020
- Bender, Gericke: Pahl/Beitz Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung, 9. Auflage, Springer Verlag, 2021

Kurzporträt BWP503: Engineering Design - Systemoptimierung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, technische Systeme gezielt zu verbessern. Studierende betrachten funktionale, konstruktive und tribologische Anforderungen und lernen, wie Reibung, Kontaktstellen, Dichtungen, Lager und Verzahnungen das Systemverhalten beeinflussen. Anhand von Kennfeldern, Berechnungen und Versuchen wählen Studierende passende Komponenten aus und entwickeln bessere Systemlösungen.
Wofür braucht man es? Diese Inhalte werden gebraucht, um reale Maschinenelemente funktionssicher auszulegen und technische Systeme optimierungsorientiert weiterzuentwickeln. Die Kompetenzen helfen dabei, Normteile, Katalogware und alternative Lösungen passend zur Anwendung auszuwählen.
Wieso ist es interessant? Gute Konstruktionen funktionieren nicht nur auf dem Papier, sondern auch unter realen Belastungen. Das Modul zeigt, wie aus Bauteilwissen, Versuchsdaten und Systemverständnis robuste technische Lösungen entstehen.

BWP504: Kunststofftechnik (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: grundlegende Werkstoffkennwerte, Werkstoffklassen, Fertigungsverfahren und einfache CAD-Bauteilmodelle.
- BMB301: Werkstoffkunde: Werkstoffklassen, mechanische Kennwerte, Werkstoffauswahl und Zusammenhang zwischen Gefüge, Eigenschaften und Verarbeitung.
- BMB302: Fertigungsverfahren: grundlegende Herstellverfahren, Prozessketten und fertigungsgerechte Gestaltung technischer Produkte.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können wesentliche Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Kunststofftechnik zielsicher für die Konstruktion und Entwicklung von Produkten auswählen und Bauteile werkstoff- und unter Berücksichtigung von möglichen Produktionsproblemen fertigungsgerecht gestalten und optimieren,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

Werkstoffe, Fertigungsverfahren und Konstruktionsrichtlinien anhand von Werkstoffprüfung, Werkstoffdatenbanken, Fertigungsversuchen und Un-tersuchung von Bauteilbeispielen bewerten und analysieren,

WOZU. um zukünftig Kunststoffe in Produktion und Entwicklung an den geeigneten Stellen sinnvoll einzusetzen und gegenüber anderen Werkstoffalternativen bewerten können.

Inhalte

- Werkstoffkunde der Kunststoffe
- Fertigungsverfahren
- Extrusion
- Spritzguss mit Verfahrenshinweise
- Andere Verfahren
- Sonderverfahren
- Fertigung von Duromeren
- Faserverbundwerkstoffe
- Weiterverarbeitung / Verbindungstechnik
- Werkstoffgerechte Konstruktion
- Messen von Werkstoffdaten
- Bauteilbeispiele
- Messung an Fertigungsprozessen
- Nachhaltigkeit

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Bonten, C.: Kunststofftechnik. Hanser, München, 2020.

Kurzporträt BWP504: Kunststofftechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende Kunststoffe als vielseitige technische Werkstoffe kennen. Studierende beschäftigen sich mit Werkstoffkunde, Extrusion, Spritzguss, Duromeren, Faserverbundwerkstoffen, Verbindungstechnik und werkstoffgerechter Konstruktion. Im Praktikum bewerten Studierende Werkstoffe, Fertigungsprozesse und Bauteilbeispiele mit Blick auf Eigenschaften, Herstellung und Nachhaltigkeit.
Wofür braucht man es? Kunststofftechnik wird benötigt, um Bauteile material- und fertigungsgerecht zu entwickeln. Die Inhalte helfen dabei, Kunststoffe sinnvoll einzusetzen und gegenüber anderen Werkstoffalternativen fundiert zu bewerten.
Wieso ist es interessant? Kunststoffe stecken in vielen Produkten, von Gehäusen bis zu hochbelasteten Leichtbauteilen. Das Modul zeigt, warum Materialwahl, Verfahren und Konstruktion bei Kunststoffteilen besonders eng zusammenhängen.

BWP505: Additive Fertigung (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: einfache CAD-Bauteilmodelle, technische Darstellung, Werkstoffklassen und grundlegende Fertigungszusammenhänge.
- BMB301: Werkstoffkunde: Werkstoffklassen, Werkstoffkennwerte und Zusammenhang zwischen Werkstoff, Gefüge und Bauteileigenschaften.
- BMB302: Fertigungsverfahren: grundlegende Herstellverfahren, Prozessketten und fertigungsgerechte Gestaltung technischer Produkte.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verfügen über ein fundiertes Verständnis der grundlegenden Begriffe, Definitionen und Prozesskategorien der Additiven Fertigung. Sie können Verfahren einordnen, geeignete Werkstoffe auswählen und Anwendungsszenarien bewerten. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Potenziale und Grenzen der Technologie eigenständig einzuschätzen und geeignete Fertigungsstrategien abzuleiten.

WOMIT. Die Studierenden erarbeiten praxisorientierte Anwendungsbeispiele, diskutieren technische Zusammenhänge, insbesondere das Zusammenspiel von Werkstoff, Prozessführung und Anlagentechnik und wenden Gestaltungsrichtlinien aktiv an. Durch ausgewählte Übungen und Praktikumsversuche vertiefen sie die vermittelten Inhalte, bereiten einfache CAD-Modelle für die Additive Fertigung vor und reflektieren die Ergebnisse im Rahmen betreuter Aufgaben. Ergänzend unterstützen Lernkontrollfragen und kurze Literaturimpulse den selbstständigen Wissensaufbau.

WOZU. Die Studierenden können das erworbene Wissen gezielt in weiterführenden Modulen sowie in praxisnahen Projekten anwenden. Sie sind in der Lage, konstruktive Entscheidungen unter Berücksichtigung additiver Fertigungsmöglichkeiten fundiert zu treffen und Bauteile hinsichtlich Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und technischer Anforderungen zu bewerten. Darüber hinaus ermöglicht ihnen das Verständnis grundlegender Prozess- und Werkstoffzusammenhänge, Potenziale und Grenzen additiver Technologien im ingenieurwissenschaftlichen Kontext einzuordnen und geeignete Fertigungsstrategien auszuwählen. Dadurch sind sie befähigt, additive Fertigung als ergänzende Technologie im Produktentwicklungsprozess sinnvoll zu integrieren und innovative Lösungsansätze zu identifizieren.

Inhalte

- Grundlagen, Prinzipien und Rahmenbedingungen der Additiven Fertigung
- Kunststoffbasierte additive Fertigungsverfahren
- Metallbasierte additive Fertigungsverfahren
- Maschinen- und Anlagentechnik: Vom Selbstbaugerät bis zur Industrieanlage
- Praxisnahe Anwendungsbeispiele aus Industrie und Forschung
- Produktgestaltung für die Additive Fertigung
- Gestaltungsrichtlinien, Prozessrestriktionen und Designfreiheit
- Trends, Marktentwicklungen und zukünftige Perspektiven
- Wege zur Serienfertigung: Qualifizierung, Wirtschaftlichkeit, Prozessketten
- (Optional: Exkursion zur Einordnung der Technologien)

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur (90 Minuten) + Studienarbeit (15-20 Seiten)

Literatur

- Gibson, I.; Rosen, D. W.; Stucker, B.: Additive Manufacturing Technologies. 2nd edition, Springer, 2015.
- Gebhardt, A.; Kessler, J.; Schwarz, A.; Thurn, L.: Additive Manufacturing und 3D-Drucken für Prototyping - Tooling - Produktion. Hanser, 2025.
- Gebhardt, A.; Kessler, J.; Schwarz, A.: Produktgestaltung für die Additive Fertigung. Hanser, 2019.
- Fischer, P.: Additive Manufacturing: Grundlagen, Technologien und Anwendungen. Springer, 2020.
- Diegel, O.; Kowen, J.; Wohlers, T.: Wohlers Report 2024. ASTM International, 2024.

Kurzporträt BWP505: Additive Fertigung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende die Grundlagen der additiven Fertigung und des 3D-Drucks kennen. Behandelt werden kunststoff- und metallbasierte Verfahren, geeignete Werkstoffe, Maschinenkonzepte und typische Anwendungen aus Industrie und Forschung. In Übungen und Praktikumsversuchen werden einfache CAD-Modelle für additive Prozesse vorbereitet sowie Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und technische Grenzen bewertet.
Wofür braucht man es? Additive Fertigung wird genutzt, um Prototypen, Werkzeuge und zunehmend auch Serienbauteile flexibel herzustellen. Das Modul hilft dabei, Bauteile fertigungsgerecht zu gestalten und additive Verfahren sinnvoll in Produktentwicklungsprozesse einzubinden.
Wieso ist es interessant? 3D-Druck eröffnet neue Gestaltungsfreiheiten, ersetzt aber nicht automatisch jedes klassische Fertigungsverfahren. Das Modul zeigt, wann additive Fertigung wirklich Vorteile bietet und welche Einschränkungen beachtet werden müssen.

BWP506: Oberflächentechnik (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB301: Werkstoffkunde: Werkstoffverhalten, Werkstoffkennwerte, Werkstoffauswahl sowie Verschleiß- und Korrosionsmechanismen.
- BB001: StartING 1: naturwissenschaftliche Grundkenntnisse aus dem Anpasskurs als Basis physikalischer Zusammenhänge.
- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und mathematische Grundverfahren zur Beschreibung technischer Zusammenhänge.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können unterschiedliche Verfahren zur Reinigung, Vorbehandlung und Beschichtung von technischen Oberflächen benennen und deren verfahrensspezifischen Vor- und Nachteile aufzeigen. Auf der Basis der Untersuchung des tribologischen Systems können sie die Anforderungen an die Oberflächen und die Beschichtungen ableiten und ein zur Vorbehandlung, Bauteilreinigung und Beschichtung geeignetes Verfahren auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, eine geeignete Prüftechnik für die Bestimmung der mechanisch-technologischen Eigenschaften (z. B. Schichtdicke, Schichthärte, Schichthaftung, Morphologie) aufzuzeigen und Maßnahmen zur Qualitätssicherung zu benennen,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

unterschiedliche Prozesstechniken zur Vorbehandlung, Reinigung und Beschichtung, z. B. die chemische und physikalische Abscheidung aus der Gasphase, die stromlose Beschichtung und die Galvanik und das Thermische Spritzen (Verfahren S-HVOF und Lichtbogen) kennen lernen und im Rahmen von den Praktika selbst anwenden und das erzielte Beschichtungsergebnis bewerten,

WOZU. um zukünftig für einen Anwendungsfall die geeignete Oberflächentechnik auszuwählen und das entsprechende Beschichtungsverfahren einzusetzen, um auf der Basis der Analyse des tribologischen Systems die geeignete, d. h. anwendungsorientierte, Oberfläche bereitstellen zu können, welche über die gewünschte Eigenschaft, z. B. Dekor, Haptik, Verschleiß- und Korrosionsschutz, Antibelag, Biokompatibilität, Katalyse etc. verfügt.

Inhalte

- Aufbau des tribologischen System und Ableitung von Systemanforderungen.
- Methodik der Schicht-Systementwicklung.
- Applikationsverfahren der Dünnschichttechnologie (Galvanik, CVD-/PVD-Technologie) und der Dickschichttechnologie (Thermischen Spritzen).
- Methoden und Techniken der Schichtanalytik zur Untersuchung und Bewertung von relevanten Schichtanforderungen (Härte, Schichtdicke und Haftung, Morphologie).
- Nutzung von Modelltests (Taber Abraser, Stift-Scheibe-Tribometer, Millertest, Reibradtest) zur Bewertung von beschichteten Oberflächen.

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Bobzin, K.: Oberflächentechnik für den Maschinenbau. Wiley-VCH, 2013.
- Bach, F.-W.; Möhwald, K.; Laarmann, A.; Wenz, T. (Hrsg.): Moderne Beschichtungsverfahren. Wiley-VCH, 2005.
- Czichos, H.; Habig, K.-H.: Tribologie-Handbuch. 4. Auflage, Springer Vieweg, 2015.
- Mattox, D. M.: Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing. 2nd edition, Elsevier, 2010.
- Davis, J. R. (Hrsg.): Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. ASM International, 2001.

Kurzporträt BWP506: Oberflächentechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie technische Oberflächen gereinigt, vorbehandelt, beschichtet und geprüft werden. Studierende beschäftigen sich mit Galvanik, PVD, CVD, stromloser Beschichtung, thermischem Spritzen und Methoden der Schichtanalytik. Im Praktikum wenden Studierende Verfahren selbst an und bewerten Eigenschaften wie Schichtdicke, Härte, Haftung und Morphologie.
Wofür braucht man es? Oberflächentechnik wird gebraucht, um Bauteile gezielt gegen Verschleiß, Korrosion oder andere Beanspruchungen auszulegen. Die Inhalte helfen dabei, für einen Anwendungsfall das passende Beschichtungsverfahren und geeignete Prüfmethoden auszuwählen.
Wieso ist es interessant? Oft entscheidet nicht der Werkstoff im Inneren, sondern die Oberfläche über die Funktion eines Bauteils. Das Modul zeigt, wie Oberflächen gezielt gestaltet werden, damit Bauteile länger halten oder neue Eigenschaften erhalten.

BWP507: Produktionsmaschinen (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Franz-Josef Adams	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Franz-Josef Adams
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Production Machinery
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB302: Fertigungsverfahren: Fertigungsprozesse, Prozessketten, Fertigungsmesstechnik und Bewertung von Herstellverfahren.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Kräfte, Momente und mechanische Grundzusammenhänge technischer Systeme.
- BMB102: Dynamik: Bewegungen, Kräfte und Schwingungen als Grundlage für Maschinenverhalten unter Betrieb.
- BMB301: Werkstoffkunde: Werkstoffkennwerte, Werkstoffverhalten und werkstoffbezogene Bauteilbewertung.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Werkzeugmaschinen anhand wesentlicher Baugruppen beschreiben und entsprechend einer Fertigungsaufgabe auswählen. Sie kennen die wesentlichen Einflussgrößen auf die Genauigkeit einer Werkzeugmaschine. Sie sind in der Lage, die Prozesskette der rechnergestützten Fertigung – ausgehend vom CAD-Modell über die CAM-Simulation bis hin zum realen Bauteil – zu formulieren und sind in der Lage, ein vorgegebenes Werkstück über diesen Weg herzustellen.

WOMIT. Die Studierenden lernen die rechnergestützte Produktion am Beispiel der CAD-CAM-Kopplung kennen. Sie erstellen zunächst virtuell ein Fertigungsmodell, welches sie anschließend auf einer realen Maschine produzieren. Durch praktische Versuche im Labor lernen Sie Eigenschaften von Werkzeugmaschinen wie z.B. Schallleistung, Verformungsverhalten unter Last kennen, die für den Betrieb relevant sind.

WOZU. Die Studierenden sind mit diesen Kompetenzen in der Lage, die richtigen Maschinen für Fertigungsprozesse und -ketten auszuwählen. Sie können virtuelle Szenarien für eine effiziente Produktionsplanung aufbauen und daraus Investitionsentscheidungen ableiten.

Inhalte

- CAD-CAM-Kopplung; Rechnereinsatz in der Fertigung
- Einflussgrößen auf die Genauigkeit von spanenden Werkzeugmaschinen
- Bauarten, Einsatzfelder und CE-Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen
- Schallleistungsbestimmung und Genauigkeit von Werkzeugmaschinen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Conrad, K. J.: Taschenbuch der Werkzeugmaschinen, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München Wien, 2002
- Perovic, B.: Bauarten spanender Werkzeugmaschinen, Expert-Verlag, Renningen, 2002
- Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2012
- Kief, H. B.; u.a.: CNC-Handbuch, 30. Auflage Hanser Verlag München, 2017

Kurzporträt BWP507: Produktionsmaschinen (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende Werkzeugmaschinen und ihre Rolle in der rechnergestützten Fertigung kennen. Studierende betrachten Bauarten, Einsatzfelder, Genauigkeit, Schallleistung, Verformungsverhalten und die Kopplung von CAD und CAM. Im Praktikum führen Studierende den Weg vom digitalen Fertigungsmodell über die Simulation bis zum real hergestellten Werkstück nach.
Wofür braucht man es? Diese Inhalte werden gebraucht, um passende Maschinen für Fertigungsprozesse und Prozessketten auszuwählen. Die Kompetenzen helfen außerdem dabei, virtuelle Planungsszenarien aufzubauen und technische Investitionsentscheidungen vorzubereiten.
Wieso ist es interessant? Moderne Fertigung verbindet digitale Modelle mit realen Maschinen. Das Modul zeigt, wie aus einer Konstruktion ein herstellbares Bauteil wird und welche Maschineneigenschaften dabei entscheidend sind.

BWP508: Prozessoptimierung (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB303: Produktionsmanagement: Produktions- und Qualitätskonzepte, Prozessanalyse, Prozesskennzahlen und Projektmanagement in industriellen Produktionsaufgaben.
- BMB302: Fertigungsverfahren: Fertigungsprozesse, Prozessketten, Herstellbarkeit, Qualität und Kosten technischer Produkte.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können Produktionsprozesse analysieren, bewerten und eigenständig Optimierungsmaßnahmen nach Lean-Prinzipien entwickeln und begründen,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- reale oder simulierte Prozesse mit einem Planspiel aufnehmen und analysieren
- Verschwendungsarten identifizieren und systematisch kategorisieren
- Wertstromanalysen erstellen und Soll-Zustände ableiten
- Lean-Werkzeuge (5S, SMED, Kaizen, Kanban, Poka Yoke) auf Praxisbeispiele anwenden
- Optimierungsvorschläge modellieren und mit Prozesskennzahlen vergleichen,

WOZU. damit sie in der Industrie fundiert entscheiden können, wie Produktionsprozesse effizienter, stabiler und verschwendungsärmer gestaltet werden.

Inhalte

- Einführung und Planspiel
- Grundlagen der Prozessoptimierung
- Verschwendungsarten
- Wertstromanalyse
- Wertstromdesign
- Kennzahlen der Prozessoptimierung
- LEAN-Werkzeuge 5S und visuelles Management
- SMED
- Kaizen und kontinuierliche Verbesserung
- Kanban & Pull-Prinzip
- Prozessanalyse und Effizienzbetrachtung
- Poka Yoke & Qualität im Prozess
- Prozessoptimierung in variantenreichen Systemen
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Umsetzungsplanung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (30 Minuten)

Literatur

- Schuh, Günther; Stich, Volker (Hrsg.): Produktionssysteme - Gestaltung, Bewertung und Optimierung. Springer Vieweg, 2012.

Kurzporträt BWP508: Prozessoptimierung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, Produktionsprozesse systematisch zu analysieren und zu verbessern. Dabei arbeiten sie mit Wertstromanalyse, Kennzahlen und Lean-Werkzeugen wie 5S, SMED, Kaizen, Kanban und Poka Yoke. In praktischen oder simulierten Prozesssituationen werden Verschwendung identifiziert und begründete Optimierungsmaßnahmen entwickelt.
Wofür braucht man es? Prozessoptimierung wird gebraucht, um Produktion effizienter, stabiler und weniger fehleranfällig zu gestalten. Die Inhalte helfen dabei, Verbesserungen nicht nur vorzuschlagen, sondern mit Daten und Kennzahlen zu begründen.
Wieso ist es interessant? Kleine Störungen, Wartezeiten oder unnötige Wege können große Auswirkungen auf eine Produktion haben. Das Modul zeigt, wie solche Probleme sichtbar werden und wie daraus umsetzbare Verbesserungen entstehen.

BWP509: Digitale Fabrik (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BMB302: Fertigungsverfahren: Fertigungsprozesse, Prozessketten, Herstellbarkeit und technische Bewertung von Produktionsabläufen.
- BMB303: Produktionsmanagement: Produktions- und Qualitätskonzepte, Prozessanalyse, Prozesskennzahlen und Optimierung industrieller Produktionssysteme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erkennen die Individualität von Komponenten der Fabrikplanung, können zwischen verschiedenen Handlungsoptionen (Planung, Erweiterung sowie Umstrukturierung) unterscheiden und sind in der Lage, typische Szenarien einer Fabrik zu verstehen.

WOMIT. Sie sind in der Lage, die Einflussgrößen einer Fabrik zu deuten, können deren Funktionsfähigkeit analysieren und diese mittels digitaler Werkzeuge (Simulation, digitaler Zwilling) abbilden.

WOZU. Die Studierenden können zukünftig Planungs- und Umstrukturierungsaktivitäten im produktionstechnischen Umfeld erstehen, umsetzen und den Betrieb von Produktionsanlagen sicherstellen.

Inhalte

- Aspekte von Industrie 4.0
- Komponenten einer (digitalen) Fabrik
- Kennzahlen und Datenmanagement zur Fabrikplanung
- Werkzeuge zur Fabrikplanung
- Digitaler Zwilling
- Simulation von Produktionsprozessen (Materialfluss, Roboter)

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme, Erstellen eines digitalen Modells

Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung (benotet, 30 Minuten)

Literatur

- Babel, W.: Internet of Things und Industrie 4.0. Springer Vieweg Verlag Wiesbaden, 2023
- Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer Vieweg Verlag Wiesbaden, 2014.
- Brauckmann, O.: Digitale Revolution in der industriellen Fertigung – Denkansätze. Springer Vieweg Verlag Wiesbaden, 2019
- Kletti, J.; Rieger, J.: Die perfekte Produktion. 3. Auflage Springer Vieweg Verlag Wiesbaden, 2022
- Reinhart, G.: Handbuch Industrie 4.0. Carl Hanser Verlag, München 2017

Kurzporträt BWP509: Digitale Fabrik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie Fabriken digital geplant, analysiert und verändert werden können. Studierende beschäftigen sich mit Industrie 4.0, Fabrikkomponenten, Kennzahlen, Datenmanagement, Simulationswerkzeugen und digitalen Zwillingen. Im Praktikum erstellen Studierende ein digitales Modell und untersuchen typische Szenarien aus Planung, Erweiterung oder Umstrukturierung.

Wofür braucht man es? Digitale Fabrikplanung wird benötigt, um Produktionsanlagen besser zu verstehen, zu bewerten und weiterzuentwickeln. Die Inhalte helfen dabei, Materialflüsse, Roboterprozesse und Produktionsstrukturen virtuell zu prüfen, bevor reale Änderungen umgesetzt werden.

Wieso ist es interessant? Fabriken werden zunehmend zuerst digital gedacht, getestet und optimiert. Das Modul zeigt, wie digitale Modelle helfen, bessere Entscheidungen für reale Produktionsumgebungen zu treffen.

BWP510: Automatisierungstechnik (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Ablaufmodellierung und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, einfache Schaltungen und Schaltvorgänge als Grundlage automatisierter Systeme.
- BET403: Regelungstechnik: Regelkreisstrukturen, Stabilitätsanalyse und Bewertung dynamischer Systeme im Kontext automatisierter Prozesse.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können automatisierte Produktions- und Fertigungsprozesse sicher, effizient und fehlerrobust mit SPS steuern und überwachen,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

SPS-Programme nach IEC 61131-3 erstellen, Bewegungssteuerungen mit PLCopen-Funktionsbausteinen implementieren, Sicherheitsaspekte und FMEA durchführen, industrielle Kommunikationsprotokolle (OPC-UA, Profinet, Profibus) integrieren, HMI-Oberflächen gestalten und die Steuerungssoftware mit Echtzeitmodellen simulieren (z. B. SIMIT),

WOZU. um automatisierte Fertigungsprozesse zuverlässig, sicher und effizient zu betreiben.

Inhalte

- SPS-Programmierung und Bewegungssteuerung (IEC 61131-3, PLCopen)
- Sicherheitsbetrachtung und FMEA
- Industrielle Kommunikationsprotokolle (OPC-UA, Profinet, Profibus, EtherCAT)
- Visualisierung und HMI
- Simulation mit Echtzeitmodellen (z. B. SIMIT)

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (15-20 Seiten) mit mündlicher Prüfung (30 Minuten)

Literatur

- Wellenreuther, G.; Zastrow, D.: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Springer Verlag, 2015.

Kurzporträt BWP510: Automatisierungstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie automatisierte Produktions- und Fertigungsprozesse gesteuert und überwacht werden. Studierende erstellen SPS-Programme nach IEC 61131-3, nutzen Bewegungssteuerungen, Kommunikationsprotokolle, HMI-Oberflächen und Echtzeitsimulationen. Außerdem betrachten Studierende Sicherheitsaspekte und die FMEA, damit automatisierte Abläufe sicher und fehlerrobust ausgelegt werden.
Wofür braucht man es? Automatisierungstechnik wird gebraucht, um industrielle Anlagen zuverlässig, sicher und effizient zu betreiben. Die Inhalte helfen dabei, Steuerungssoftware zu entwickeln, Maschinenkommunikation einzubinden und Anlagenfunktionen vorab zu simulieren.
Wieso ist es interessant? Automatisierte Anlagen müssen präzise reagieren, verständlich bedienbar sein und auch bei Fehlern sicher bleiben. Das Modul zeigt, wie SPS, Kommunikation, Visualisierung und Simulation zu einer funktionierenden Automatisierungslösung zusammenkommen.

BWP511: Elektrische Energiesysteme (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Waldhorst	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Waldhorst
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Electrical Energy Systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen und mathematische Grundverfahren zur Modellierung technischer Systeme.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Schaltungsanalyse, Leistungsbetrachtungen und Ersatzmodelle.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: Wechselstromgrößen, Dreiphasensysteme, komplexe Darstellung und Transformatorgrundlagen.
- BET202: Analoge Signale und Systeme: Signal- und Systembeschreibung, Frequenzverhalten und Übertragungsfunktionen.
- BET402: Elektrische Maschinen: elektrische Maschinen, Antriebe, Ersatzschaltbilder, Leistungsbilanzen und Betriebsverhalten.
- BET403: Regelungstechnik: Regelkreisstrukturen, Stabilitätsanalyse und Regelungsmechanismen dynamischer Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden formulieren die physikalische Modellierung und die stationäre Systembeschreibung heutiger elektrischer Energienetze im symmetrischen Betrieb, anhand derer sie ihren Aufbau und ihre Funktion erklären. Darauf basierend analysieren und führen sie grundlegende Schritte der Planungsmethodik elektrischer Versorgungssysteme durch. Schließlich entwerfen sie einfache Planungsszenarien und bewerten diese nach gängigen Kriterien und Standards.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Den Aufbau der wichtigsten Betriebsmittel des Energiesystems darstellen
- Die im Stromnetz implementierten Regelungsmechanismen erörtern
- Stationäre Modelle der Betriebsmittel berechnen
- Das physikalische Verhalten der Betriebsmittel analysieren und unter bestimmten Randbedingungen vorhersagen
- Das Zusammenwirken der Komponenten im Stromnetz beschreiben und untersuchen
- Aspekte der Stabilität des elektrischen Versorgungssystems erklären
- Rechnergestützte Verfahren zur Planung und zum Betrieb von Stromnetzen darlegen und mögliche Ergebnisse bewerten
- Einfache Problemstellungen zu Netzplanung und -betrieb eigenständig rechnerisch lösen

WOZU. Die in diesem Modul erworbenen Fertigkeiten versetzen Sie insbesondere in die Lage, die technischen Herausforderungen sowie Lösungsansätze zu diskutieren, die Energie- und Mobilitätswende, Klimaneutralitätsziele und Markt an heutige und zukünftige Energiesysteme stellt.

Inhalte

- Bedeutung, Struktur, Entwicklung und Aufgabe des elektrischen Energiesystems
- Anforderungen und Herausforderungen an die heutige und zukünftige elektrische Energieversorgung
- Struktur der UQ- und FÜ-Regelung im deutschen und europäischen Energienetz
- Grundlagen der Netzbeschreibung: Drehstromsystem, Leistungsbegriffe, einphasige Darstellung, pu-System, Überblick zu Berechnungsverfahren und Simulationswerkzeugen
- Die Synchronmaschine aus der Perspektive der Energieversorgung: Bedeutung, Modellierung, Funktion, virtuelle Synchronmaschine, generatornaher, generatorferner Kurzschluss
- Drehstrom-Leistungstransformatoren und Wandler: Bauformen, Modellierung, Funktion, Einsatzgebiete insbes. v. Messwandlern, Spar- und Regeltransformatoren
- Leitungen: Aufbau und Komponenten, Modellierung (Betriebsimpedanzen, elektr. lang, elektr. kurz, besondere Betriebsbedingungen, Ersatzschaltbilder Näherungen), natürlicher Betrieb, Übertragungsgrenzen und Stabilität, Kompensation
- Drehstromkabel: Aufbau, Besonderheiten bei d. elktr. Beschreibung
- FACTS-Betriebsmittel: Definition, Einsatzzweck, Klassifikation, Aufbau und statisches Verhalten der wichtigsten seriell, parallel und kombiniert verschalteten Konverter
- Lastflussberechnung, symmetrische Kurzschlussstromberechnung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Schwab: Elektroenergiesysteme - Erzeugung, Übertragung, Verteilung elektrischer Energie. Springer Vieweg 2022
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Vieweg 2016
- Heuck, Dettmann, Schulz: Elektrische Energieversorgung. Springer Vieweg 2013
- Schäfer: Netzberechnung - Verfahren zur Berechnung elektrischer Energieversorgungsnetze. Springer Vieweg 2026
- Quaschning: Regenerative Energiesysteme - Technologie, Berechnung, Klimaschutz. Hanser 2025

Kurzporträt BWP511: Elektrische Energiesysteme (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie elektrische Energieversorgungssysteme aufgebaut sind und wie ihre wichtigsten Betriebsmittel zusammenwirken. Studierende beschäftigen sich mit Drehstromnetzen, Transformatoren, Leitungen, Synchronmaschinen, Regelungsmechanismen und grundlegenden Netzberechnungen. Im Praktikum und in rechnergestützten Übungen untersuchen Studierende einfache Fragestellungen zu Netzplanung und Netzbetrieb.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um elektrische Versorgungssysteme technisch zu verstehen, zu planen und hinsichtlich Stabilität, Belastung und Betriebssicherheit zu beurteilen. Die Kompetenzen sind besonders relevant für Energieversorgung, Netzausbau, erneuerbare Energien, Elektromobilität und die Transformation zu klimaneutralen Energiesystemen.
Wieso ist es interessant? Die Energie- und Mobilitätswende stellt Stromnetze vor neue technische Herausforderungen. Das Modul zeigt, wie Ingenieurinnen und Ingenieure dazu beitragen können, zukünftige Energiesysteme zuverlässig und effizient zu gestalten.

BWP512: Leistungselektronische Schaltungen (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Waldhorst	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Andreas Waldhorst
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Power Electronic Circuits
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: analoge Signal- und Systemmodelle, Frequenzverhalten und Übertragungsfunktionen.
- BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik: Wandler, Stabilisierung, Leistungsverstärkung, AD/DA-Umsetzung und komplexere analoge Schaltungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erörtern das Zusammenwirken von Bauelementen, Schaltungen und Systemen der Leistungselektronik. Sie formulieren Aufbau, Funktion und die wesentliche Wirkungsweise gebräuchlicher leistungselektronischer Schaltelemente. Sie klassifizieren Stromrichterschaltungen nach Art der Energieumformung und innerer Funktion. Sie modellieren, analysieren und dimensionieren ausgewählte gesteuerte und ungesteuerte Stromrichterschaltungen. Sie unterscheiden die wichtigsten Spannungswandler und Wechselrichterprinzipien.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Kennzeichen, Aufgaben und Einsatzgebiete der Leistungselektronik benennen
- Moderne Halbleiterbauelemente der Leistungselektronik beschreiben
- Verfahren zur Ansteuerung von Leistungsschaltern anwenden
- Ungesteuerte und gesteuerte ein- und dreiphasige Gleichrichter analysieren
- Wechselstromsteller und Gleichspannungswandler untersuchen, ihre linearen Ersatzmodelle formulieren und auslegen
- Regelungskonzepte für Stromrichter beschreiben
- Pulsmodulierte ein- und dreiphasige Wechselrichter darstellen
- Ausgewählte Stromrichterschaltungen simulieren und im Labor messtechnisch validieren
- Komponenten und Maßnahmen zur Verbesserung des Stör- und Rückwirkungsverhaltens auswählen.

WOZU. Die Kompetenzen helfen ihnen dabei, Anforderungen an elektronische Systeme in sich ständig weiterentwickelnden Anwendungsfeldern zu erfüllen, die insbesondere auf effiziente Energieanwendung und Mobilität abzielen.

Inhalte

- Leistungsbegriff u. Kennwerte bei nichtsinusförmigen Größen
- Leistungshalbleiter: Diode, (GTO-)Thyristoren und -varianten, Leistungstransistoren und IGBTs
- Verlustmechanismen und Wärmemanagement
- Treiber- und Schutzbeschaltungen für leistungselektronische Ventile
- Leistungssteuerungsverfahren
- Ungesteuerte und gesteuerte einphasige und dreiphasige Gleichrichter
- Wechselstromsteller
- Gleichspannungswandler
- Grundlagen der linearen Modellierung und Regelung von Wandlern
- Simulation von Wandlern
- Methoden der Pulsmodulation
- Ein- und dreiphasige Wechselrichter

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Probst, U.: Leistungselektronik für Bachelors, Hanser 2022
- Specovius, J.: Grundkurs Leistungselektronik, Springer 2020
- Schröder, D.: Leistungselektronische Schaltungen, Springer 2019
- Zach, F.: Leistungselektronik – Ein Handbuch, Springer 2022
- Erickson, R. W. & Maksimovic, D.: Fundamentals of Power Electronics, Springer 2020

Kurzporträt BWP512: Leistungselektronische Schaltungen (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende Schaltungen kennen, mit denen elektrische Energie gezielt umgeformt und gesteuert wird. Behandelt werden Leistungshalbleiter, Gleichrichter, Wechselrichter, Gleichspannungswandler, Ansteuerung, Verluste und Wärmemanagement. Im Praktikum werden ausgewählte Stromrichterschaltungen simuliert, gemessen und mit theoretischen Modellen verglichen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um elektronische Systeme für effiziente Energieanwendung, Antriebe und Mobilität auszulegen. Die Kompetenzen helfen dabei, Stromrichter, Wandler und Leistungskomponenten technisch zu bewerten und in größere Systeme einzubinden.
Wieso ist es interessant? Leistungselektronik steckt in Elektrofahrzeugen, Ladegeräten, Solaranlagen, Antrieben und vielen modernen Geräten. Das Modul zeigt, wie aus elektrischer Energie genau die Form wird, die eine Anwendung benötigt.

BWP513: Lokalisierung und Ortung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Degen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Christoph Degen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Localization and Positioning
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: analoge Signal- und Systemmodelle, Frequenzgänge, Rauschen und Übertragungsfunktionen.
- BET203: Digitale Signalverarbeitung: Abtastung, diskrete Fourier-Analyse, digitale Filter und algorithmische Signalverarbeitung.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende Verfahren der Ortung und Lokalisierung modellieren, analysieren und auf exemplarische Szenarien anwenden, einschließlich radarbasierter und funkwellenbasierter Methoden sowie moderner Verfahren aus dem Umfeld von 5G/6G.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- physikalische Grundlagen der Wellenausbreitung für Ortungszwecke herleiten,
- typische Messgrößen wie Time-of-Arrival (ToA), Time-Difference-of-Arrival (TDoA), Angle-of-Arrival (AoA) und Received Signal Strength (RSS) bestimmen,
- mathematische Modelle für 2D/3D-Positionierung formulieren und in einfachen Fällen lösen,
- radarbasierte Lokalisierungsverfahren (CW-Radar, FMCW-Radar, Pulsradar) analysieren und Simulationen erstellen,
- die Wirkungsweise von MIMO-Antennen und Beamforming für 5G-Positionierung anwenden,
- Stör- und Kanaleffekte (Mehrwegeausbreitung, Fading, Rauschen) modellieren und deren Einfluss bewerten,
- Algorithmen zur Positionsschätzung (z. B. trilateration, least squares, Extended Kalman Filter – auf Bachelorniveau) einsetzen,
- Messreihen oder Simulationen dokumentieren und Ergebnisse kritisch vergleichen,

WOZU. um später fundiert beurteilen zu können, welche Ortungs- und Positionierungsverfahren sich für Anwendungen in Kommunikation, Automatisierung oder Mobilität eignen und welche Systemparameter dafür entscheidend sind.

Inhalte

- Grundlagen der Ortungssysteme: physikalische Grundlagen der Wellenausbreitung, Koordinatensysteme, Referenzrahmen, Messgrößen (ToA, TDoA, AoA, RSSI, Phase), Genauigkeit, Auflösung, DOP (Dilution of Precision)
- Funkbasierte Lokalisierung und 5G-Ortungsverfahren: Grundlagen der Positionsbestimmung in Mobilfunksystemen, 5G-Positionierung: Beamforming, Massive MIMO, mmWave, Cell-ID, OTDOA, UL-TDoA, Zeitsynchronisation und deren Bedeutung, Einflüsse des Funkkanals (Fading, Shadowing, Multipath)
- Radarbasierte Lokalisierung: Funktionsprinzip von Radar, Puls-, CW- und FMCW-Radar, Abstand-, Winkel- und Geschwindigkeitsbestimmung, Radar-Signalverarbeitung (auf Bachelorniveau), Anwendungen in Verkehr, Robotik und Safety
- Positionierungsalgorithmen: Trilateration und Multilateration, Least Squares, gewichtete Fehlermaße, Tracking-Methoden: Kalman-Filter (Einführung), Fusion unterschiedlicher Sensorquellen (Ausblick)
- Einflussfaktoren, Fehlerquellen und Modellierung: Mehrwegeausbreitung und Kanalmodelle, Rauschmodelle, Abschattung, Reflexion, Brechung, Grenzen der Auflösung
- Praxisbezug: Simulation einfacher Ortungsszenarien (Python/MATLAB), Auswertung von IQ-Daten für FMCW-Radar (optional), Analyse einfacher Funkmessungen, z. B. RSSI-Karten, Interpretation realer Lokalisierungsdaten

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit, 5-10 Seiten

Literatur

- Aktuelle Fachliteratur zu Lokalisierung, Radar und 5G/6G-Funkstandards

Kurzporträt BWP513: Lokalisierung und Ortung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende Verfahren kennen, mit denen Positionen und Bewegungen technisch bestimmt werden können. Studierende beschäftigen sich mit Funk- und Radarverfahren, Messgrößen wie Laufzeit, Winkel und Signalstärke sowie mit 5G/6G-Ansätzen zur Positionierung. In Simulationen und Messauswertungen untersuchen Studierende, wie Genauigkeit, Rauschen, Mehrwegeausbreitung und Algorithmen das Ergebnis beeinflussen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um Ortungssysteme für Kommunikation, Automatisierung, Mobilität, Robotik oder Sicherheitstechnik auszuwählen und zu bewerten. Die Kompetenzen helfen dabei, Systemparameter und Fehlerquellen realistisch einzuschätzen.
Wieso ist es interessant? Viele moderne Anwendungen müssen wissen, wo sich Objekte, Fahrzeuge, Personen oder Geräte befinden. Das Modul zeigt, wie technische Systeme aus Funksignalen oder Radardaten räumliche Informationen gewinnen.

BWP514: Höhere Analysis (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Analysis in einer Veränderlichen, Funktionen, Grenzwerte, Differentiation und Integration.
- BMB101: Lineare Algebra: lineare Algebra, Vektorräume, Eigenwerte und gewöhnliche Differenzialgleichungen.
- BET401: Mathematische Methoden der Modellierung: Differenzialgleichungen, Fourier- und Laplace-Transformation sowie lineare zeitinvariante Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erwerben in diesem Modul ein auf den Kenntnissen des bisherigen Bachelor-Studiums aufbauendes Wissen und Verständnis der höheren Mathematik. Das Modul vermittelt weiterführende Grundlagen der mathematischen Analysis, die zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten in Gebieten der Ingenieurwissenschaften benötigt werden.

WOMIT. Der Kompetenzerwerb geschieht über Vorlesungen und Übungen. In den Übungen und Hausaufgaben vertiefen die Studierenden den Stoff durch das manuelle Rechnen von Übungsaufgaben. Darüber hinaus wird das Selbststudium über Lehrbücher durch Inverted-Classroom-Elemente gefördert.

WOZU. Während in den Mathematik-Pflichtmodulen die Grundlagen der Analysis behandelt werden, werden in diesem Modul die darauf aufbauenden Konzepte betrachtet. Die Vektoranalysis wird zur Beschreibung von physikalischen Feldern (z. B. in der Elektrotechnik) benötigt. Funktionen von komplexen Variablen treten im Rahmen der Laplace-Transformation auf. Mittels der Funktionentheorie werden beispielsweise Ansätze zum Berechnen von Laplace-Umkehrtransformationen aus der Systemtheorie verständlich. Die Funktionalanalysis ist ein Bindeglied zwischen Linearer Algebra und Analysis. Sie wird zur Beschreibung der Konvergenz numerischer Verfahren benötigt, beispielsweise beim iterativen Lösen von linearen Gleichungssystemen. Im Modul wird beispielsweise das Konvergenzverhalten der in der Elektrotechnik wichtigen Fourier-Reihen funktionalanalytisch untersucht.

Inhalte

- Vektoranalysis:
  - Differenzial- und Integralrechnung für Funktionen mit mehreren Variablen: Partielle Ableitungen, Totales Differenzial, Satz von Fubini
  - Nichtlineare Extremwertrechnung
  - Kurven- und Oberflächenintegrale
  - Integralsätze von Green, Gauß und Stokes
- Funktionentheorie:
  - Komplexe Differenzierbarkeit, Holomorphie
  - Cauchy-Integralsatz und Cauchy-Integralformel, Residuenkalkül
  - Erzeugung holomorpher Funktionen durch Potenzreihen
- Funktionalanalysis:
  - Normierte Vektorräume, Banach- und Hilbert-Räume
  - Beschränkte lineare Operatoren, Operator-und Matrix-Normen, Dualraum
  - Banach'scher Fixpunktsatz mit Anwendung auf iterative Verfahren zum Lösen linearer Gleichungssysteme
  - Zentrale Sätze der Funktionalanalysis, z. B. das Prinzip gleichgradiger Beschränktheit mit Anwendung auf Fourier-Reihen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

mündliche Prüfung, 30-40 Minuten

Literatur

- Harro Heuser: Funktionalanalysis (Auflage 2), Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-322-96755-8
- Klaus Jänich: Funktionentheorie (Auflage 6), Springer, Berlin, 2004, https://doi.org/10.1007/3-540-35015-2
- Steffen Goebbels und Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden: Differenzial- und Integralrechnung, Lineare Algebra (Auflage 4, Band 1), Springer Spektrum, Berlin, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-662-68367-5
- Steffen Goebbels und Stefan Ritter: Mathematik verstehen und anwenden: Differenzialgleichungen, Fourier- und Vektoranalysis, Laplace-Transformation und Stochastik (Auflage 4, Band 2), Springer Spektrum, Berlin, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-662-68369-9

Kurzporträt BWP514: Höhere Analysis (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul werden mathematische Werkzeuge vertieft, die über die Grundlagenmodule hinausgehen. Studierende beschäftigen sich mit Vektoranalysis, Funktionentheorie und Funktionalanalysis und lernen, wie diese Gebiete technische Modelle präziser beschreibbar machen. In Übungen und Hausaufgaben werden die Methoden auf typische mathematische Fragestellungen aus den Ingenieurwissenschaften angewendet.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um physikalische Felder, Laplace-Transformationen, Fourier-Reihen und numerische Verfahren theoretisch besser zu verstehen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für wissenschaftliches Arbeiten, Simulation, Systemtheorie und anspruchsvollere technische Modellbildung.
Wieso ist es interessant? Viele technische Phänomene lassen sich erst mit weiterführender Mathematik wirklich durchdringen. Das Modul zeigt, wie abstrakte Konzepte zu Werkzeugen für Elektrotechnik, Simulation und angewandte Forschung werden.

BWP515: Kommunikationstechnik (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: Signalbeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich, Übertragungsfunktionen, Spektren und analoge Filter.
- BET203: Digitale Signalverarbeitung: Abtastung, Quantisierung, diskrete Fourier-Analyse und digitale Modulations- bzw. Signalverarbeitungsgrundlagen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende analoge und digitale Kommunikationssysteme modellieren, analysieren und wesentliche Verfahren der Modulation, Übertragung und Detektion auf exemplarische Übertragungskanäle anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Signale im Zeit- und Frequenzbereich beschreiben und relevante Größen (Bandbreite, SNR, Leistung) bestimmen,
- analoge Modulationsarten (AM, FM, PM) herleiten und für einfache Szenarien simulieren und bewerten,
- digitale Übertragungsverfahren (PAM, ASK, FSK, PSK, QAM) modellieren und Implementierungen erstellen,
- Grundprinzipien der Abtastung, Quantisierung und Codierung anwenden,
- typische Übertragungskanäle (additives Rauschen, Bandbegrenzung, Mehrwegeffekte) charakterisieren,
- Leistungsmaße wie Bitfehlerrate, Signal-Rausch-Verhältnis und spektrale Effizienz bestimmen,
- Detektionsverfahren für Empfänger (kohärent/inkohärent) anwenden und miteinander vergleichen,
- Simulationen oder kleine Experimente zur Bewertung von Kommunikationsverfahren durchführen und dokumentieren.

WOZU. um grundlegende Kenntnisse der Signalübertragung in modernen Kommunikationssystemen zu erwerben, die sie befähigen, in weiterführenden Modulen oder beruflichen Tätigkeiten Kommunikationsverfahren auszuwählen, anzupassen oder in Systemlösungen einzubetten.

Inhalte

1. Grundlagen der Signalübertragung
   - deterministische und stochastische Signale
   - Leistung, Energie, Bandbreite
   - Fourier-Analyse und Spektren
   - Rauschmodelle (AWGN, quantisierungsbedingtes Rauschen)
2. Analoge Modulationsverfahren
   - Amplituden-, Frequenz- und Phasenmodulation
   - Modulator- und Demodulatorgrundschaltungen
   - spektrale Betrachtungen
   - Anwendungen in Rundfunk und analogen Funksystemen
3. Abtastung und Quantisierung
   - Nyquist-Kriterium
   - Aliasing
   - Quantisierung und PCM
   - A/D- und D/A-Umsetzergrundlagen
4. Digitale Modulation
   - ASK, FSK, PSK, QAM, OFDM (Einführung)
   - kohärente und nichtkohärente Detektion
   - Bitfehlerraten und Entscheidungskriterien
   - Kanalcodierung: einfache Block- und Faltungscodes (Überblick)
5. Übertragungskanäle
   - AWGN-Kanal
   - bandbegrenzte Kanäle
   - einfache Mehrwegeszenarien
   - Einführung in Fading- und Mobilfunkkanäle
6. Systeme und Anwendungen
   - Grundstruktur eines Kommunikationssystems
   - Basisband- und Passbandübertragung

- Beispiele aus Funk, Datenübertragung, WLAN, Mobilfunk (konzeptionell)

7. Praktische Übungen und Experimente
   - Simulationen in MATLAB/Octave oder Python
   - Analyse von Spektren und Modulationssignalen
   - Messungen mit einfachen HF-Versuchsaufbauten oder Software Defined Radio (SDR), falls vorhanden

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit, 5-10 Seiten

Literatur

- Carsten Roppel: Grundlagen der Nachrichtentechnik. Hanser, 2018.
- Ulrich Freyer: Nachrichtenübertragungstechnik. Hanser, 2017.
- O. Beucher: Signale und Systeme: Theorie, Simulation, Anwendung. Springer Vieweg, 2015.
- M. Werner: Nachrichtentechnik. 8. Auflage, Springer Vieweg, 2021.
- P. A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung. 3. Auflage, Springer Vieweg, 2022.

Kurzporträt BWP515: Kommunikationstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie Informationen über technische Kanäle übertragen werden. Studierende beschäftigen sich mit analogen und digitalen Modulationsverfahren, Abtastung, Quantisierung, Rauschen, Bandbreite, Detektion und einfachen Kanalmodellen. In Simulationen und Experimenten untersuchen Studierende, wie Kommunikationsverfahren funktionieren und wie ihre Qualität bewertet wird.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um Kommunikationsverfahren auszuwählen, anzupassen oder in technische Systemlösungen einzubetten. Die Kompetenzen sind wichtig für Funktechnik, Datenübertragung, WLAN, Mobilfunk, Software Defined Radio und vernetzte Systeme.

Wieso ist es interessant? Kommunikationstechnik macht möglich, dass Geräte, Maschinen und Menschen Informationen zuverlässig austauschen. Das Modul zeigt, was hinter Begriffen wie Modulation, Spektrum, Rauschen und Bitfehlern technisch steckt.

BWP516: Hochfrequenzschaltungstechnik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Gholamreza Alirezaei
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	High-Frequency Circuit Design
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BET202: Analoge Signale und Systeme: analoge Signalpfade, Frequenzverhalten, Übertragungsfunktionen und Spektren.
- BET403: Regelungstechnik: Systemtheorie, Stabilitätsbetrachtungen und dynamisches Verhalten technischer Systeme.
- BET101: Mess- und Sensortechnik: Messschaltungen, Sensorprinzipien und messtechnische Bewertung technischer Signale.
- BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen: Halbleiterbauelemente, Kennlinien, Ersatzschaltbilder und analoge Grundschaltungen.
- BET103: Operationsverstärker und Filter: Operationsverstärker, aktive Filter, Frequenzverhalten und Stabilitätsbewertung.
- BET104: Fortgeschrittene Schaltungstechnik: komplexere analoge Schaltungen, Stabilisierung, Anpassung, Wandler und Leistungsverstärker.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können analoge Hochfrequenzschaltungen einordnen, modellieren, analysieren und funktional überprüfen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Leitungs- und Mikrowellenbauelemente dimensionieren und einsetzen,
- Streuparameter für die Berechnung von Ein- und Ausgangssignale nutzen,
- Leistungsteiler und Zirkulatoren, sowie Resonatoren und Filter realisieren,
- die Auswirkungen von Rauschen berücksichtigen,
- rauscharme Hochfrequenzverstärker von Hochfrequenzleistungsverstärker differenzieren,
- Hochfrequenzoszillatoren auslegen.

WOZU. Studierende verwenden die erworbenen Kompetenzen, um Hochfrequenzschaltungen unter Berücksichtigung von Rauschen und Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu realisieren und bewerten zu können.

Inhalte

- Grundlagen zur Ausbreitung elektromagnetischer Wellen,
- Leitungstheorie, Reflektion, Transmission, Streuparameter und Smiths-Chart,
- Hochfrequenzverhalten von konventionellen Bauelementen, Übergang zu den Leitungs- und Mikrowellenbauelementen,
- Anpassungsschaltungen, Leistungsteiler, Zirkulator, Resonatoren und Filter,
- Grundlagen zu Rauschen, Rauschzahl, Bauelemente- und Antennenrauschen,
- Grundlagen zu Hochfrequenztransistorverstärker,
- Grundlagen zu Hochfrequenzoszillatoren.

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 120 Minuten

Literatur

- Holger Heuermann: Hochfrequenztechnik: Komponenten und Mess-, Funk-, RFID- sowie Lokalisierungssysteme; Springer 2023.
- Holger Heuermann: Mikrowellentechnik: Feldsimulation, nichtlineare Schaltungstechnik, Komponenten und Subsysteme, Plasmatechnik, Antennen und Ausbreitung; Springer 2023.
- Frieder Strauß: Grundkurs Hochfrequenztechnik: Eine Einführung; Springer 2017.
- David M. Pozar: Microwave Engineering: Theory and Techniques; Wiley 2021.
- Christopher Bowick, John E. Blyler, Cheryl J. Ajluni: RF Circuit Design; Elsevier 2007.

Kurzporträt BWP516: Hochfrequenzschaltungstechnik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie elektronische Schaltungen bei hohen Frequenzen entworfen und bewertet werden. Studierende beschäftigen sich mit elektromagnetischen Wellen, Leitungstheorie, Reflexion, Transmission, Streuparametern, Smith-Chart, Anpassungsschaltungen, Filtern, Verstärkern und Oszillatoren. Im Praktikum überprüfen Studierende Hochfrequenzschaltungen funktional und berücksichtigen dabei Effekte wie Rauschen und Abstrahlung.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Hochfrequenzschaltungen für Funk-, Mess-, Sensor-, RFID- oder Lokalisierungssysteme zu realisieren. Die Kompetenzen helfen dabei, Bauelemente und Schaltungen nicht nur ideal, sondern unter realen Hochfrequenzbedingungen zu beurteilen.
Wieso ist es interessant? Bei hohen Frequenzen verhalten sich Leitungen und Bauelemente oft anders als in einfachen Grundschaltungen. Das Modul zeigt, warum Hochfrequenztechnik eigene Denkweisen und Entwurfswerkzeuge braucht.

BWP517: Flexible und gedruckte Elektronik (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Ekaterina Nannen	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Ekaterina Nannen
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Flexible and Printed Electronics
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: Werkstoffklassen, Werkstoffkennwerte, technische Darstellung und grundlegende Fertigungszusammenhänge.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: mechanische Grundgrößen und Belastungszusammenhänge flexibler technischer Strukturen.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Bauelemente und Analyse einfacher Schaltungen.
- BET102: Halbleiterbauelemente und Grundschaltungen: Halbleiterbauelemente, Kennlinien, Ersatzschaltbilder und elektronische Grundschaltungen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Funktionsprinzipien elektronischer Bauelemente und deren Umsetzung in druckbaren, flexiblen Schaltungen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Werkstoffe (leitfähig, halbleitend, isolierend) und Druckverfahren (Siebdruck, Inkjet, Aerosol-Jet, Flexo) kennenlernen und anwenden,
- einfache elektronische Funktionsstrukturen auf flexiblen Substraten (Folien, Textilien) herstellen und charakterisieren,
- Material- und Prozessparameter mit elektrischen Eigenschaften korrelieren,
- Anwendungen in Sensorik, Biomedizintechnik, Wearables, Smart Textiles, Solarzellen, Batterien, Leuchtelementen, etc. untersuchen,
- Integrationskonzepte für In-Mold-Electronics und hybride Systeme bewerten.

WOZU. Um Bauelemente, Materialien und Fertigungsprozesse der druckbaren Elektronik gezielt für nachhaltige, flexible, smarte und biokompatible Anwendungen auswählen und kombinieren zu können und in Entwicklungs-, Forschungs- oder Transferprojekten interdisziplinär mitzuwirken.

Inhalte

- Einführung in druckbare und flexible Elektronik
- Vergleich konventioneller, integrierter und gedruckter Schaltungen
- Funktionsprinzipien elektronischer Bauelemente
- Materialien und Substrate (Polymerfolien, Textilien)
- Druck-, Beschichtungs- und Strukturierungsverfahren
- Charakterisierung elektrischer Eigenschaften
- Anwendungen in Sensorik, Wearables, Smart Textiles, In-Mold-Electronics, Energie- und Leuchttechnologien
- Nachhaltigkeit und Recyclingaspekte

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Projektarbeit: Präsentation (20 Minuten), schriftliche Ausarbeitung (20 Seiten)

Literatur

- G. Nisato, D. Lupo, S. Rudolf: Organic and Printed Electronics: Fundamentals and Applications. Pan Stanford Publishing, 2016.
- Hagen Klauk: Organic Electronics - Materials, Manufacturing, and Applications. Wiley-VCH, 2006.
- Hagen Klauk: Organic Electronics II. Wiley-VCH, 2012.
- Zheng Cui: Printed Electronics - Materials, Technologies and Applications. Wiley, 2016.
- Torbjörn Remonen: Flexible and Printed Electronics. Wiley, 2020.

Kurzporträt BWP517: Flexible und gedruckte Elektronik (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende elektronische Bauelemente und Schaltungen kennen, die auf flexiblen Materialien hergestellt werden können. Studierende beschäftigen sich mit leitfähigen, halbleitenden und isolierenden Werkstoffen, mit Druckverfahren wie Studierendebdruck, Inkjet oder Aerosol-Jet sowie mit flexiblen Substraten wie Folien und Textilien. Im Praktikum stellen Studierende einfache Funktionsstrukturen her und untersuchen, wie Material- und Prozessparameter die elektrischen Eigenschaften beeinflussen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um flexible, smarte, nachhaltige oder biokompatible Elektronik für Sensorik, Wearables, Smart Textiles, Energie- und Leuchttechnologien zu entwickeln. Die Kompetenzen helfen dabei, Materialien, Fertigungsprozesse und Anwendungen sinnvoll miteinander zu verbinden.
Wieso ist es interessant? Elektronik muss nicht immer starr, schwer und klassisch aufgebaut sein. Das Modul zeigt, wie gedruckte und flexible Technologien neue Produktideen in Medizin, Alltag, Industrie und Nachhaltigkeit ermöglichen.

BWP518: Stochastik und Versuchsplanung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Dirk Roos	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Dirk Roos
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Probability and Design of Experiments
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Analysis, Funktionen, Differential- und Integralrechnung als mathematische Grundlage stochastischer Verfahren.
- BMB101: Lineare Algebra: lineare Algebra, Vektoren, Matrizen und gewöhnliche Differenzialgleichungen.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Datenverarbeitung.
- BMB104: Numerik: numerische Verfahren, algorithmische Umsetzung und Interpretation rechnergestützter Ergebnisse.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen, Sätze und Methoden der Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung anwenden,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

an Beispielaufgaben die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge identifizieren, diskutieren und veranschaulichen, die Formeln und Techniken einüben sowie die Algorithmen am Rechner umsetzen und damit ingenieurwissenschaftliche Aufgaben lösen,

WOZU. um die erlernten Methoden in anderen Modulen des Studiums anzuwenden, Verfahren der stochastischen Analyse als allgemeines Mittel zur Lösung inge-nieurwissenschaftlicher Aufgaben zu verinnerlichen und zu nutzen sowie nu-merische Methoden des maschinellen Lernens in praktischen Anwendungen anzuwenden, zu modifizieren oder neu zu entwickeln.

Inhalte

- Zufällige Ereignisse und Wahrscheinlichkeit
- Ereignisalgebra und Wahrscheinlichkeiten
- Mehrstufige Zufallsexperimente (Ereignisbäume, Bayestheorem, Baumdiagramme)
- Zufallsvariablen und Stichproben
- Zufallsvektoren (Korrelation und Kovarianz, Gemeinsame Verteilungsfunktionen)
- Korrelations- und Regressionsanalyse
- Stochastische Versuchspläne
- Zuverlässigkeitstheorie

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Norbert Henze: Stochastik für Einsteiger: Eine Einführung in die faszinierende Welt des Zufalls. 12. Auflage, Springer Spektrum, 2021.
- Günther Bourier: Wahrscheinlichkeitsrechnung und schließende Statistik. 9. Auflage, Springer Gabler, 2018.
- Hans-Otto Georgii: Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. 5. Auflage, De Gruyter, 2015.
- Michael Sachs: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: für Ingenieurstudenten an Fachhochschulen. 5. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2021.
- Alexander I. J. Forrester, András Sóbester, Andy J. Keane: Engineering Design via Surrogate Modelling: A Practical Guide. Wiley, 2008.

Kurzporträt BWP518: Stochastik und Versuchsplanung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie Zufall, Unsicherheit und Daten in technischen Fragestellungen mathematisch beschrieben werden. Studierende beschäftigen sich mit Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen, Stichproben, Korrelation, Regression, stochastischen Versuchsplänen und Zuverlässigkeit. In Übungen und Rechneranwendungen setzen Studierende Methoden ein, um ingenieurwissenschaftliche Aufgaben systematisch auszuwerten.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Messdaten, Streuungen, Versuche und Unsicherheiten in technischen Anwendungen belastbar zu beurteilen. Die Kompetenzen unterstützen außerdem datenbasierte Verfahren, Qualitätsbewertung, Zuverlässigkeitsanalyse und Methoden des maschinellen Lernens.
Wieso ist es interessant? Technische Ergebnisse sind selten völlig exakt, weil Messfehler, Materialstreuungen und zufällige Einflüsse eine Rolle spielen. Das Modul zeigt, wie man trotz Unsicherheit zu begründeten Aussagen und besseren Entscheidungen kommt.

BWP519: Optimierung (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Gleichungen, Funktionen, Analysis und mathematische Modellierung technischer Zusammenhänge.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und Umsetzung einfacher Softwarelösungen.
- BMB104: Numerik: numerische Verfahren, algorithmische Umsetzung und Bewertung rechnergestützter Ergebnisse.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis der Optimierung, können typische Optimierungsprobleme formulieren sowie geeignete Lösungsstrategien auswählen, verstehen die Funktionsweise wichtiger Verfahren und können Ergebnisse bewerten sowie interpretieren,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

an Beispielaufgaben die Verbindung zwischen Modellierung, Zielfunktion, Nebenbedingungen und Verfahren analysieren, typische Methoden rechnerisch einüben sowie mithilfe von Optimierungssoftware umsetzen, durch Übungen und Implementationen ihr Verständnis vertiefen sowie praxisnahe ingenieurwissenschaftliche Aufgaben lösen,

WOZU. um Optimierungsverfahren in weiterführenden Modulen, Projekten und realen Problemstellungen sowie speziell bei Nutzung von Methoden aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz gezielt einzusetzen und Optimierung als Werkzeug zur strukturierten Entscheidungsunterstützung anzuwenden.

Inhalte

- Grundkonzepte der Optimierung
- Lineare Optimierung
- Simplex-Verfahren und Dualität
- Ganzzahlige Optimierung
- Nichtlineare Optimierung
- Optimalitätsbedingungen und Sensitivitätsanalyse
- Gradientenverfahren
- SQP-Verfahren
- Innere-Punkte-Verfahren
- Strafverfahren
- Optimalsteuerung

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Klausur, 90 Minuten

Literatur

- M. Gerdts, F. Lempio: Mathematische Optimierungsverfahren des Operations Research. De Gruyter, 2011.
- L. Göllmann et al.: Mathematik für Ingenieure - Verstehen, Rechnen, Anwenden, Band 2. Springer Vieweg, 2017.
- E.-G. Talbi: Metaheuristics: From Design to Implementation. Wiley, 2009.
- M. L. Bynum et al.: Pyomo - Optimization Modeling in Python. 3rd edition, Springer, 2021.

Kurzporträt BWP519: Optimierung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, technische Fragestellungen als Optimierungsprobleme zu formulieren. Studierende beschäftigen sich mit Zielfunktionen, Nebenbedingungen, linearer, ganzzahliger und nichtlinearer Optimierung sowie mit wichtigen Lösungsverfahren wie Simplex-, Gradienten-, SQP- und Innere-Punkte-Verfahren. In Übungen und mit Optimierungssoftware bearbeiten Studierende praxisnahe Aufgaben und interpretieren die Ergebnisse.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um technische Systeme, Prozesse und Entscheidungen gezielt zu verbessern. Die Kompetenzen sind besonders nützlich in Entwicklung, Planung, Operations Research, künstlicher Intelligenz und modellbasierter Entscheidungsunterstützung.
Wieso ist es interessant? Viele technische Aufgaben haben nicht nur irgendeine Lösung, sondern eine möglichst gute Lösung unter realen Randbedingungen. Das Modul zeigt, wie man solche Entscheidungen strukturiert modelliert und rechnerisch unterstützt.

BWP521: Reinforcement Learning (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Analysis, Gleichungen, Funktionen und mathematische Modellierung technischer Zusammenhänge.
- BMB101: Lineare Algebra: lineare Algebra, Differenzialgleichungen, Eigenwerte und Vektorräume.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: Statik, Freischnitt und mechanische Grundmodelle.
- BMB102: Dynamik: Kinematik und Kinetik bewegter mechanischer Systeme.
- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Datenverarbeitung.
- BMB103: Regelungstechnik: Modellbildung, Regelkreisstrukturen und Bewertung dynamischer Systeme.
- BET204: Data Science für Industrie 4.0: Datenaufbereitung, Merkmalsbildung, maschinelles Lernen und Bewertung datengetriebener Modelle.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden verstehen welche Fragestellungen mit Reinforcement Learning (RL) bearbeitet werden können und können für einfache Beispiele RL anwenden und zu Ergebnissen kommen, die sie bewerten können.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

für Fragestellungen aus dem Ingenieurwesen insb. dem Maschinenbau relevante physikalische Größen identifizieren und die reale Fragestellung formal in ein RL-Learning Problem überführen könne. Indem Sie für verschiedene Fragestellungen die jeweils geeignete RL-Methode auswählen, implementieren und die Ergebnisse bewerten. Indem sie ihre Kompetenzen im Rahmen von kleinen Projekten festigen und anwenden.

WOZU. Um in der Lage zu sein für RL geeignete Aufgabenstellungen zu identifizieren, für diese auf konzeptioneller Ebene in der Lage zu sein Lösungsstrategien zu entwickeln und diese bei Bedarf selbst umzusetzen oder diese mit externen Dienstleistern oder internen Spezialisten zu kommunizieren. Um in der Lage zu sein eigene und extern generierte Ergebnisse zu bewerten und zu verbessern.

Inhalte

- Einführung: Agent-Umwelt Interaktion, Belohnungen und Zielfunktionen
- Q-Lernen
- Policy Gradient Methoden
- Monte Carlo Methoden
- Überblick über weitergehende Fragestellungen und deren Lösungsansätze
- Bearbeitung von Anwendungsbeispielen aus den Bereichen Robotik, Medizintechnik, Vorausschauende Wartung, Maschinensteuerung, Energie- und Prozesstechnik

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (20 Minuten)

Literatur

- Lorenz: Reinforcement Learning, Springer Vieweg; Auflage: 1., Aufl. 2020
- Stutton, Barto: Reinforcement Learning, The MIT Press; Auflage: 2., Aufl. 2020

Kurzporträt BWP521: Reinforcement Learning (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie technische Systeme durch Rückmeldungen und Belohnungen schrittweise bessere Entscheidungen treffen können. Studierende beschäftigen sich mit Agent-Umwelt-Interaktion, Q-Lernen, Policy-Gradient-Methoden und Monte-Carlo-Ansätzen. An Beispielen aus Robotik, Medizintechnik, vorausschauender Wartung, Maschinensteuerung sowie Energie- und Prozesstechnik setzen Studierende einfache Reinforcement-Learning-Lösungen praktisch um.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um geeignete Aufgaben für Reinforcement Learning zu erkennen und passende Lösungsstrategien zu entwickeln. Die Kompetenzen helfen außerdem dabei, Ergebnisse eigener Umsetzungen oder externer Spezialisten fachlich zu bewerten und zu verbessern.
Wieso ist es interessant? Wer verstehen möchte, wie Maschinen aus Erfahrung lernen können, findet hier einen anwendungsnahen Einstieg. Das Modul zeigt, wie aus technischen Fragestellungen lernfähige Entscheidungsprobleme werden.

BWP522: KI in eingebetteten Systemen (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Edwin Naroska	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Edwin Naroska
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	AI in Embedded Systems
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen, Python und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.
- BET302: Digitale Systeme: digitale Logik, Systembausteine und Entwurf digitaler Hardwarestrukturen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können aus einer komplexen Problemstellung geeignete KI-Teilprobleme ableiten und deren technische Umsetzung hinsichtlich lokaler, cloudbasierter und hybrider Ausführungsoptionen kompetent bewerten und prototypisch umsetzen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- gegebene Aufgabenstellung in Teilprobleme zerlegen
- vorgegebene KI-Modelle (Bild- und Audioverarbeitung) funktional analysieren,
- Hardware- und Softwareanforderungen für eingebettete Systeme und Cloud-Ansätze systematisch vergleichen,
- Ressourcenbedarf, Latenz und Zuverlässigkeit der Varianten einschätzen,
- einfache KI-Module prototypisch integrieren und deren Verhalten testen.

WOZU. um im späteren Beruf fundierte Architekturentscheidungen für den Einsatz eingebetteter KI in technischen Anwendungen treffen zu können.

Inhalte

- Arten von KI-Modellen: Z.B. zur Bildanalyse, Speech-To-Text, LLMs
- Optimierungs- und Komprimierungsverfahren: Quantisierung, Pruning, Knowledge Distillation
- Integration von KI-Modellen in eingebettete Anwendungen: Anbindung über die Cloud versus lokale Ausführung. Hybride Ansätze (Kombination von lokal und cloud-basiert)
- Möglichkeiten zur Beschleunigung der Berechnungen: FPGA, Embedded Hardware mit GPU-Funktionen. Spezial-Beschleuniger.
- Kombination von KI-Funktionen mit klassischen Verfahren.
- Grenzen und Möglichkeiten von eingebetteter KI

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Projektarbeit: Präsentation (20 Minuten), Schriftliche Ausarbeitung (20 Seiten)

Literatur

- Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A.: Deep Learning. MIT Press, 2016.
- Géron, A.: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd edition, O'Reilly, 2022.
- Warden, P.; Situnayake, D.: TinyML. O'Reilly, 2019.
- Banbury, C.; et al.: TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. O'Reilly, 2023.
- Hennessy, J. L.; Patterson, D. A.: Computer Architecture: A Quantitative Approach. 6th edition, Morgan Kaufmann, 2019.

Kurzporträt BWP522: KI in eingebetteten Systemen (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul geht es darum, KI-Funktionen in kleine technische Geräte und eingebettete Systeme zu bringen. Studierende lernen, Aufgaben in KI-Teilprobleme zu zerlegen, Modelle für Bild- und Audioverarbeitung zu betrachten und lokale, cloudbasierte sowie hybride Ausführungsformen zu vergleichen. Dabei spielen Ressourcenbedarf, Latenz, Zuverlässigkeit, Hardwarebeschleunigung und die Grenzen eingebetteter KI eine zentrale Rolle.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um fundierte Architekturentscheidungen für KI in technischen Produkten zu treffen. Die Kompetenzen helfen dabei, KI-Module realistisch in eingebettete Anwendungen zu integrieren und ihr Verhalten zu testen.
Wieso ist es interessant? KI wird nicht nur in Rechenzentren eingesetzt, sondern zunehmend direkt in Geräten, Sensoren und Maschinen. Das Modul zeigt, wie intelligente Funktionen praktisch in technische Systeme eingebunden werden können.

BWP523: Kernel- und Treiberprogrammierung (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Jürgen Quade	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Jürgen Quade
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Kernel and Device Driver Programming
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.
- BET301: Mikrocontroller-Programmierung: hardwarenahe Softwareentwicklung, Peripherienutzung, Debugging und Test eingebetteter Funktionen.
- BET303: Echtzeitsysteme: zeitkritische Abläufe, Nebenläufigkeit, Synchronisation und Bewertung des Zeitverhaltens eingebetteter Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können für ein konkretes Embedded-Linux-Gerät einen Linux-Gerätetreiber für eine gegebene Hardwarekomponente entwerfen, implementieren und in das System integrieren.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- das Datenblatt einer einfachen Peripherie analysieren und relevante Register, Signale und Protokolle identifizieren,
- die passende Treiberklasse und Kernel-Subsysteme auswählen und die Einbindung über Device Tree planen,
- ein Treiberskelett mit Initialisierungs- und Aufräumfunktionen erstellen,
- Hardwarezugriffe mit geeigneten Kernel-APIs umsetzen,
- grundlegende Nebenläufigkeitsaspekte berücksichtigen,
- den Treiber bauen, in das Zielsystem deployen, als Modul laden/entladen und die Sichtbarkeit im System überprüfen,
- die Funktion des Treibers mit einfachen Userland-Programmen bzw. Skripten testen, typische Fehler systematisch debuggen und Korrekturen vornehmen

WOZU. um in der Entwicklung eingebetteter Linux-Geräte eigenständig systemkonform neue Hardwarekomponenten an den Kernel anzubinden und ihre Funktion zuverlässig für Applikationssoftware bereitzustellen.

Inhalte

- Theoretischer Unterbaum (Abarbeitungskontext, Unterbrechungsmodell)
- Build-System & Arbeitsumgebung
- Treiber aus Sicht der Applikation
- Einfache Gerätetreiber (Einsprungspunkte, Datentransfer, Device Tree)
- Kritische Abschnitte erkennen und absichern
- Systemaspekte (Proc-Filesystem, Gerätemodell, Realzeitaspekte)
- Sonstige Treibersubsysteme (GPIO, I2C, SPI, Industrial I/O)
- Device Tree & Plattform-Integration

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studien-/Projektarbeit: schriftlicher Teil (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten)

Literatur

- Jürgen Quade: Linux-Treiber entwickeln. 5. Auflage, dpunkt.verlag, 2025.

Kurzporträt BWP523: Kernel- und Treiberprogrammierung (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie Linux-Systeme mit konkreter Hardware kommunizieren. Dazu analysieren sie Datenblätter, wählen passende Kernel-Subsysteme aus und entwickeln einfache Gerätetreiber für Embedded-Linux-Geräte. Im Praktikum werden Treiber gebaut, geladen, getestet und debuggt; außerdem wird geprüft, wie Hardwarezugriffe für Anwendungen sichtbar werden.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um neue Hardwarekomponenten systemkonform an eingebettete Linux-Systeme anzubinden. Die Kompetenzen sind besonders wichtig, wenn Applikationssoftware zuverlässig auf Sensoren, Aktoren oder industrielle Schnittstellen zugreifen soll.
Wieso ist es interessant? Viele technische Geräte funktionieren nur, weil Treiber die Verbindung zwischen Hardware und Software herstellen. Das Modul macht nachvollziehbar, was im Betriebssystem passiert, wenn reale Hardware angesprochen wird.

BWP524: Security and Safety for Embedded Systems (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Datenverarbeitung.
- BET301: Mikrocontroller-Programmierung: hardwarenahe Softwareentwicklung, Peripherienutzung und Implementierung eingebetteter Funktionen.
- BET304: Secure Embedded Networks: eingebettete Kommunikation, IoT-Protokolle, Robustheit und grundlegende Sicherheitsaspekte vernetzter Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können aus einer gegebenen Problemstellung systematisch Anforderungen an die Informationssicherheit und Betriebssicherheit ableiten und daraus begründete Designentscheidungen für ein vernetztes eingebettetes System herleiten,

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- Unterschiede zwischen Safety, Security und Zuverlässigkeit und deren Grundlagen beschreiben können,
- Gefahren- und Risikoanalyse (Hazard and Risk Analysis) durchführen,
- Threat Modeling (z.B. STRIDE, Attack Trees) anwenden,
- Safety-Mechanismen (z.B. Redundanz, Watchdog) einordnen und begründet auswählen,
- Security-Mechanismen (z.B. Kryptographie-Grundlagen, Hardware-Security-Features wie ARM TrustZone) einordnen und begründet auswählen,
- Analysen und Entscheidungen nachvollziehbar dokumentieren und reflektieren,

WOZU. um im späteren Beruf fundierte, begründete Architektur- und Sicherheitsentscheidungen für sicherheitskritische eingebettete Systeme treffen zu können.

Inhalte

- Kryptographie-Grundlagen
- Hazard and Risk Analysis
- Threat Modeling (z. B. STRIDE, Attack Trees)
- Safety-Mechanismen (z. B. Redundanz, Watchdog)
- Security-Mechanismen (z. B. Isolation, Signaturen)

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studien-/Projektarbeit: schriftlicher Teil (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten)

Literatur

- Paar, C.; Pelzl, J.: Understanding Cryptography. Springer, 2010.
- Anderson, R.: Security Engineering. 3rd edition, Wiley, 2020.
- Ross, R.: Systems Security Engineering. NIST Special Publication 800-160, 2016.
- ISO 26262: Road vehicles - Functional safety. ISO, 2018.
- IEC 62443: Industrial communication networks - Network and system security. IEC, 2018.

Kurzporträt BWP524: Security and Safety for Embedded Systems (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul betrachten Studierende eingebettete Systeme aus zwei sicherheitsrelevanten Perspektiven: Schutz vor Angriffen und Schutz vor gefährlichen Fehlfunktionen. Behandelt werden Grundlagen von Safety, Security und Zuverlässigkeit sowie Gefahrenanalysen und Threat Modeling. Außerdem geht es um Mechanismen wie Redundanz, Watchdogs, Kryptographie, Isolation, Signaturen und Hardware-Sicherheitsfunktionen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um Architektur- und Sicherheitsentscheidungen für vernetzte und sicherheitskritische eingebettete Systeme zu begründen. Die Kompetenzen helfen dabei, Risiken systematisch zu erkennen, Maßnahmen auszuwählen und Entscheidungen nachvollziehbar zu dokumentieren.
Wieso ist es interessant? Vernetzte technische Systeme müssen nicht nur funktionieren, sondern auch sicher und widerstandsfähig sein. Das Modul zeigt, wie man Gefahren, Angriffe und technische Schutzmaßnahmen gemeinsam betrachtet.

BWP525: Mobile Roboter (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen und strukturierte Umsetzung technischer Abläufe.
- BMT102: Sensortechnik und Signalverarbeitung: Sensorprinzipien, Signalaufbereitung, Digitalisierung und technische Bewertung von Sensordaten.
- BMT103: Robotik: Planung, Programmierung, Simulation, Inbetriebnahme und Bewertung einfacher Roboterstationen.
- BET301: Mikrocontroller-Programmierung: hardwarenahe Softwareentwicklung, Peripherienutzung und Implementierung eingebetteter Funktionen.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können ein kleines autonomes Robotersystem – bestehend aus Mechanik/Antrieb, Sensorik, Steuerungssoftware und einfacher Vernetzung – als funktionsfähigen Prototypen planen, umsetzen und hinsichtlich Funktionalität und Zuverlässigkeit bewerten

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- aus einer Aufgabenstellung Anforderungen und Use Cases für einen mobilen Roboter ableiten,
- Antriebs- und Sensorkonzept auswählen und in eine einfache mechatronische Plattform integrieren,
- die Steuerungssoftware entwerfen und auf einem Embedded-Controller implementieren,
- grundlegende Kommunikationswege vorsehen und realisieren,
- das System mit definierten Testszenarien erproben, Schwachstellen identifizieren und Verbesserungen iterativ umsetzen

WOZU. um in praxisnahen Entwicklungsprojekten komplette kleine Robotersysteme von der Idee bis zum funktionierenden Prototypen mitdenken, mitgestalten und weiterentwickeln zu können.

Inhalte

- Grundlagen mobiler Robotik und Anwendungsfelder
- Mechatronischer Aufbau eines mobilen Roboters
- Sensorik und Aktorik für Fahrverhalten & Hindernisvermeidung
- Steuerungssoftware und einfache Verhaltens-/Navigationsstrategien
- Einfache Vernetzung und Telemetrie
- Systemtests, Versuchsaufbau & Iteration am Prototyp

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (20 Seiten) mit Präsentation und Fachgespräch (20 Minuten)

Literatur

- Joachim Hertzberg, Kai Lingemann, Andreas Nüchter: Mobile Roboter: Eine Einführung aus Sicht der Informatik. Springer Vieweg, 2012.
- Roland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edition, MIT Press, 2011

Kurzporträt BWP525: Mobile Roboter (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul entwickeln Studierende ein kleines autonomes Robotersystem von der Idee bis zum funktionsfähigen Prototypen. Studierende beschäftigen sich mit Mechanik, Antrieb, Sensorik, Steuerungssoftware, einfacher Vernetzung und Telemetrie. In Testszenarien prüfen Studierende Fahrverhalten, Hindernisvermeidung und Zuverlässigkeit und verbessern das System schrittweise.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um mobile Robotersysteme in praxisnahen Entwicklungsprojekten mitzudenken und umzusetzen. Die Kompetenzen helfen dabei, mechanische, elektronische und softwarebezogene Teilaufgaben zu einem funktionierenden Gesamtsystem zu verbinden.
Wieso ist es interessant? Mobile Roboter zeigen besonders anschaulich, wie viele technische Disziplinen zusammenwirken müssen. Das Modul bietet einen direkten Einstieg in autonome Systeme, die ihre Umgebung wahrnehmen und darauf reagieren.

BWP526: Computer Vision (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr. Regina Pohle-Fröhlich	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr. Regina Pohle-Fröhlich
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jährlich	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Computer Vision
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB008: Informatik für Ingenieurwissenschaften: Programmiergrundlagen, Algorithmen, Python und strukturierte Datenverarbeitung.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können grundlegende Verfahren der Computer Vision für robotische Systeme auswählen und anwenden.

WOMIT. Die Studierenden nutzen klassische und Deep-Learning-basierte Methoden der Computer Vision für Bildaufbereitung, Objekterkennung, Feature-Extraktion und 3D-Rekonstruktion. Sie setzen ausgewählte Algorithmen in einer robotischen Umgebung um und evaluieren die Leistungsfähigkeit verschiedener Verfahren anhand von Experimenten.

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um einfache robotische Aufgaben wie Erkennen, Lokalisieren und Verfolgen von Objekten innerhalb einer realen Roboterumgebung zuverlässig zu lösen.

Inhalte

- Grundlagen der Bildverarbeitung
- Methoden zur Feature-Erkennung und -Beschreibung
- Verfahren der Objekterkennung und -verfolgung
- Methoden und Sensoren zur 3D-Rekonstruktion und Tiefenwahrnehmung
- Maschinelles Lernen / Deep Learning für Bilder
- Integration der Verfahren in die Robotik

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 90 Minuten

Literatur

- W. Burger, M. J. Burge: Digital Image Processing - An Algorithmic Introduction. 3rd edition, Springer, 2022.
- Peter Corke: Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in Python. 3rd edition, Springer, 2023.
- Y.-J. Zhang: 3-D Computer Vision - Principles, Algorithms and Applications. Springer, 2023.

Kurzporträt BWP526: Computer Vision (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie technische Systeme Bilder auswerten und daraus Informationen über ihre Umgebung gewinnen. Studierende beschäftigen sich mit Bildverarbeitung, Feature-Erkennung, Objekterkennung, Objektverfolgung, 3D-Rekonstruktion und Deep Learning für Bilder. Ausgewählte Verfahren werden in einer robotischen Umgebung umgesetzt und experimentell bewertet.

Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um robotische Aufgaben wie Erkennen, Lokalisieren und Verfolgen von Objekten zuverlässig zu lösen. Die Kompetenzen bilden eine Grundlage für Anwendungen in Robotik, Automatisierung, Qualitätsprüfung und sensorbasierter Steuerung.

Wieso ist es interessant? Kameras liefern viele Daten, aber erst passende Verfahren machen daraus nutzbare technische Informationen. Das Modul zeigt, wie Maschinen sehen lernen und Bilddaten in Entscheidungen umgesetzt werden.

BWP527: Fahrzeugkonstruktion (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB003: Grundlagen CAD und Werkstoffe: technische Darstellung, einfache CAD-Modellierung, Werkstoffklassen und grundlegende Fertigungszusammenhänge.
- BMB202: Engineering Design - Produktdesign: Produktmodellierung, Baugruppen, technische Zeichnungen und normgerechte technische Dokumentation.
- BMB204: Engineering Design - Antriebstechnik: Maschinenelemente, Antriebsstränge, Lagerungen, Führungen, Getriebe und konstruktive Bewertung mechanischer Systeme.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können die im Modul erworbenen Kenntnisse gezielt in ingenieurwissenschaftlichen Kontexten anwenden, insbesondere in der konstruktiven Entwicklung von Fahrzeugkomponenten. Sie sind befähigt, konstruktive Entscheidungen mit Blick auf Fahrwerk, Antrieb, Motor sowie weitere Teilsysteme fachlich fundiert zu treffen und diese im Rahmen realitätsnaher Entwicklungsprozesse zu begründen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, etablierte Methoden der Fahrzeugindustrie wie FMEA, Aufgaben- und Projektstrukturierung oder den Einsatz von PDM-Systemen sachgerecht einzusetzen und deren Nutzen für die Produktentwicklung zu beurteilen. Das Modul versetzt sie damit in die Lage, komplexe technische Zusammenhänge im Bereich der Fahrzeugkonstruktion zu analysieren, Entwicklungsaufgaben systematisch zu bearbeiten und sich kompetent in praxisorientierte Projektteams einzubringen.

WOMIT. Die Studierenden bearbeiten praxisnahe Aufgabenstellungen am Beispiel eines Formula-Student-Rennwagens und wenden dabei grundlegende Methoden der Fahrzeugkonstruktion an. Parallel erwerben sie Einblicke in begleitende, für Entwicklungsprojekte der Fahrzeugindustrie relevante nicht-technische Aufgabenfelder. Dazu zählen organisatorische Tätigkeiten wie Budgetplanung und einfache buchhalterische Aufgaben, Beschaffungs- und Einkaufsprozesse, Marketing- und Sponsoringaktivitäten sowie Grundlagen der Teamorganisation und -führung. Darüber hinaus lernen sie, Entwicklungs- und Projektfortschritte zu planen, zu koordinieren und im Rahmen von Veranstaltungen und Wettbewerben strukturiert vorzubereiten. Die technischen und organisatorischen Ergebnisse werden dokumentiert, vorgestellt und im Team reflektiert.

WOZU. Die Studierenden können die im Modul erworbenen technischen, organisatorischen und methodischen Kompetenzen in komplexen, interdisziplinären Entwicklungsprojekten anwenden. Sie sind in der Lage, konstruktive Aufgaben im Fahrzeugkontext sachgerecht zu bearbeiten und gleichzeitig begleitende Projektaufgaben wie Budgetierung, Beschaffung, Marketingaktivitäten und Teamorganisation einzuordnen und aktiv mitzugestalten. Darüber hinaus befähigt sie das Verständnis projektorientierter Arbeitsweisen, Entwicklungsprozesse strukturiert zu planen, Verantwortung innerhalb eines Teams zu übernehmen und technische sowie organisatorische Entscheidungen im Kontext von Zeit-, Kosten- und Wettbewerbsanforderungen zu treffen. Damit werden die Studierenden gezielt auf die Arbeitsweise in industriellen Entwicklungsprojekten und auf ingenieurwissenschaftliche Tätigkeiten mit interdisziplinärem Charakter vorbereitet.

Inhalte

- Einführung in die Fahrzeugkonstruktion am Beispiel eines Formula-Student-Rennwagens
- Konstruktive Auslegung ausgewählter fahrzeugtechnischer Teilsysteme (z. B. Fahrwerk, Antrieb)
- Anwendung grundlegender Konstruktionsmethoden sowie CAD-gestützter Entwicklungswerkzeuge
- Projektorientierte Entwicklungsarbeit im Team
- Grundlagen des Projekt- und Qualitätsmanagements (z. B. Aufgabenverfolgung, FMEA)
- Grundlagen der Budgetplanung, Beschaffung und Kostenkontrolle
- Marketing-, Sponsoring- und Teamorganisationsaufgaben im Projektumfeld
- Vorbereitung und Organisation von Wettbewerben und Veranstaltungen

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (15-20 Seiten) + Präsentation (15 Minuten)

Literatur

- Heißing, B.; Ersoy, M. (Hrsg.): Fahrzeugtechnik - Grundlagen. 7. Auflage, Springer Vieweg, 2017.
- Naunheimer, H.; Bertsche, B.; Ryborz, J.; Novak, W.: Fahrzeuggetriebe - Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion. 3. Auflage, Springer Vieweg, 2019.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre - Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. 8. Auflage, Springer Vieweg, 2013.

- Formula Student Germany e. V. Formula Student Rules & Regulations

Kurzporträt BWP527: Fahrzeugkonstruktion (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende Fahrzeugkonstruktion an praxisnahen Aufgaben rund um einen Formula-Student-Rennwagen kennen. Studierende beschäftigen sich mit Fahrwerk, Antrieb, konstruktiven Entscheidungen, CAD-gestützter Entwicklung und Methoden wie FMEA, Projektstrukturierung und PDM-Systemen. Ergänzend erhalten Studierende Einblicke in Budgetplanung, Beschaffung, Marketing, Sponsoring, Teamorganisation sowie die Vorbereitung von Wettbewerben und Veranstaltungen.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um technische Entwicklungsaufgaben in interdisziplinären Fahrzeugprojekten strukturiert zu bearbeiten. Die Kompetenzen helfen dabei, Konstruktion, Organisation, Kosten, Zeitplanung und Teamarbeit in realitätsnahen Entwicklungsprozessen zusammenzuführen.
Wieso ist es interessant? Fahrzeugentwicklung ist mehr als die Konstruktion einzelner Bauteile. Das Modul zeigt, wie technische Ideen, Projektarbeit und Wettbewerbsanforderungen in einem anspruchsvollen Teamprojekt zusammenkommen.

BWP528: Praktische Anwendungen der Elektromobilität (mit Praktikum)

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

Empfohlene Voraussetzungen

- BB002: StartING 2: projektorientiertes Arbeiten, Projektplanung, technische Dokumentation und Teamkommunikation.
- BB005: Grundlagen der Elektrotechnik 1: elektrische Grundgrößen, Schaltungen, Leistung und Energie als Basis elektrischer Antriebssysteme.
- BB006: Grundlagen der Elektrotechnik 2: Wechselstromgrößen, Dreiphasensysteme und Grundbegriffe elektrischer Maschinen.
- BB004: Grundlagen der Mechanik: Kräfte, Momente und mechanische Grundzusammenhänge im Fahrzeugkontext.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Eigenständig Teilaufgaben in einem komplexen Gesamtzusammenhang der Elektrifizierung eines Oldtimers und später auch der weiteren Optimierung bearbeiten und mit anderen abstimmen

WOMIT. Durch gesteuerte Projektarbeit an konkreten Beispielen Methoden des Projektmanagements als Teilaufgaben anwenden und die Komplexität eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs verstehen und in Aktivitäten umsetzen.

WOZU. Um selbständiges aber im größeren Zusammenhang abgestimmtes Arbeiten zu erlernen und erste Erfahrungen in der Elektromobilität zu gewinnen. Kenntnisse in der Erledigung von Teilaufgaben als Beitrag zu einem komplexeren, größeren und langfristigeren Projektziel auch im Rahmen regulatorischer Vorgaben zu erwerben.

Inhalte

- Technik der Elektromobilität
- Zulassungsvoraussetzungen erfüllen
- Projektmanagement
- Konkrete Aufgaben (semesterweise wechselnd)

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (15-20 Seiten)

Literatur

- VdTÜV-Merkblätter für Druckgeräte und Anlagentechnik. VdTÜV, Ausgabe 2024.
- Dokumentationen der bereits durchgeführten Teilprojekte

Kurzporträt BWP528: Praktische Anwendungen der Elektromobilität (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul arbeiten Studierende an konkreten Aufgaben im Zusammenhang mit der Elektrifizierung eines Oldtimers und dessen weiterer Optimierung. Studierende lernen technische Aspekte der Elektromobilität, Projektmanagement und Zulassungsvoraussetzungen anhand wechselnder Teilprojekte kennen. Dabei bearbeiten Studierende eigenständig Teilaufgaben, stimmen sich mit anderen ab und ordnen die eigene Arbeit in ein größeres langfristiges Projektziel ein.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um in komplexen technischen Projekten selbstständig, aber abgestimmt mit anderen zu arbeiten. Die Kompetenzen helfen dabei, Elektromobilität nicht nur als Technik, sondern auch im Kontext von Projektzielen und regulatorischen Anforderungen zu verstehen.
Wieso ist es interessant? Elektromobilität wird besonders greifbar, wenn sie an einem realen Fahrzeug umgesetzt wird. Das Modul zeigt, wie einzelne technische Beiträge zu einem funktionsfähigen Gesamtprojekt zusammenwachsen.

BWP529: Neuronale Netze für Ingenieuranwendungen (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Duc Duy Pham	**Lehrperson(en)**	Prof. Dr.-Ing. Duc Duy Pham
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	Wintersemester	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - SL	**Engl. Titel**	Neural Networks for Engineering Applications
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

- BB007: Mathematische Grundlagen für Ingenieurwissenschaften: Analysis, Funktionen, Differential- und Integralrechnung.
- BMB101: Lineare Algebra: lineare Algebra, Vektoren, Matrizen, Eigenwerte und Differenzialgleichungen.
- BWP518: Stochastik und Versuchsplanung: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik, Korrelation, Regression und Versuchsplanung.
- BET204: Data Science für Industrie 4.0: maschinelles Lernen, Datenaufbereitung, Feature Engineering und Modellbewertung.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, neuronale Netze für technische Daten methodisch begründet zu entwerfen, zu implementieren, zu trainieren und hinsichtlich ihrer Eignung für die jeweilige Aufgabenstellung zu bewerten.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- die mathematischen und algorithmischen Grundlagen künstlicher neuronaler Netze analysieren und zentrale Komponenten eigenständig implementieren,
- neuronale Netze für technische Aufgabenstellungen auswählen oder gestalten, frameworkgestützt umsetzen und mit geeigneten Daten trainieren,
- Trainings-, Validierungs- und Bewertungsverfahren methodisch anwenden und
- Modellentscheidungen, Ergebnisse, Fehlerquellen und Grenzen anhand ingenieurwissenschaftlicher Anwendungen untersuchen und begründet beurteilen.

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenz, um datenbasierte ingenieurwissenschaftliche Aufgaben im Maschinenbau fachlich fundiert und nachvollziehbar mit neuronalen Modellen zu bearbeiten.

Inhalte

- Grundlagen, Funktionsweise und ausgewählte Architekturen künstlicher neuronaler Netze
- Mathematische und algorithmische Grundlagen des Lernens, insbesondere Vorwärts- und Rückwärtspropagation
- Eigenständige Implementierung grundlegender Netzkomponenten und Lernverfahren
- Training, Validierung, Bewertung und Regularisierung neuronaler Netze
- Neuronale Netze für räumlich oder zeitlich strukturierte technische Daten
- Faltungsnetze und ausgewählte Verfahren der Merkmalsextraktion
- Lernen geeigneter Merkmalsdarstellungen, insbesondere zur Dimensionsreduktion, Merkmalsextraktion und Rekonstruktion technischer Daten
- Abgrenzung diskriminativer, rekonstruktiver und generativer Modellierungsansätze
- Grundlagen aufmerksamkeitsbasierter Architekturen und Transformer
- Frameworkgestützte Entwicklung und Untersuchung neuronaler Netze
- Ausgewählte Anwendungen auf Mess-, Bild-, Sensor- oder Zeitreihendaten des Maschinenbaus

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

digitale Klausur, 90 Minuten

Literatur

- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron: Deep Learning. MIT Press, 2016.
- Prince, Simon J. D.: Understanding Deep Learning. MIT Press, 2023.
- Zhang, Aston et al.: Dive into Deep Learning. Cambridge University Press, 2023.
- Bishop, Christopher M.; Bishop, Hugh: Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2024.

Kurzporträt BWP529: Neuronale Netze für Ingenieuranwendungen (mit Praktikum)

Worum geht es? In diesem Modul lernen Studierende, wie neuronale Netze für technische Daten entworfen, trainiert und bewertet werden. Studierende beschäftigen sich mit mathematischen und algorithmischen Grundlagen, Vorwärts- und Rückwärtspropagation, Training, Validierung, Regularisierung und ausgewählten Netzarchitekturen. Anwendungen beziehen sich auf Mess-, Bild-, Sensor- oder Zeitreihendaten aus dem Maschinenbau.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um datenbasierte ingenieurwissenschaftliche Aufgaben fachlich fundiert mit neuronalen Modellen zu bearbeiten. Die Kompetenzen helfen dabei, Modellentscheidungen, Ergebnisse, Fehlerquellen und Grenzen nachvollziehbar zu beurteilen.
Wieso ist es interessant? Neuronale Netze können technische Daten nutzbar machen, wenn sie passend ausgewählt und sorgfältig bewertet werden. Das Modul zeigt, wie moderne KI-Methoden auf reale Ingenieuranwendungen übertragen werden.

BWP599: Ausgewählte Fragen der Ingenieurwissenschaften (mit Praktikum)

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Alle Lehrende des Studiengangs
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Wahl	**Sprache**	Deutsch
Angebot	siehe Wahlfachkatalog	**Dauer**	1 Semester
Credits	5 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	2 V | 1 Ü | 1 P | - S	**Engl. Titel**	Selected Topics in Engineering
Workload	• Präsenz: 45 Std. • Selbst: 90 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden erlangen ergänzend zu den studiengangspezifischen Pflichtmodulen und aufbauend auf den erlernten Fertigkeiten weiterführende praxisnahe Kenntnisse. Sie können anwendungsorientierte ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen analysieren, bewerten und zu einer nachvollziehbaren Lösung zusammenführen.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- fachliche Inhalte aus den Ingenieurwissenschaften gezielt anwenden,
- geeignete ingenieurwissenschaftliche Methoden und Werkzeuge einsetzen und
- Lösungswege und Ergebnisse strukturiert reflektieren und darstellen.

WOZU. um zukünftig reale ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen systematisch bearbeiten und fundierte Lösungsansätze entwickeln zu können.

Inhalte

- anwendungsorientierte ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen
- Vertiefende Methoden und Werkzeuge der Ingenieurwissenschaften

Prüfungsvorleistung

aktive Praktikumsteilnahme

Prüfungsleistung

Studienarbeit (10-20 Seiten) mit Fachgespräch (15-20 Minuten)

Literatur

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

Projekt, Praxisphase und Abschluss

Der Modulbereich Projekt, Praxisphase und Abschluss führt die fachlichen, methodischen und überfachlichen Kompetenzen aus den Grundlagen, Lernpfaden und Wahlpflichtmodulen in größere, eigenständigere Aufgabenstellungen über. Die Studierenden bearbeiten zunächst eine interdisziplinäre Projektaufgabe im Team, wenden ihr Wissen anschließend in einem berufspraktischen Kontext an und schließen das Studium mit einer eigenständigen Bachelorarbeit samt Kolloquium ab.

Kurzporträt Projekt, Praxisphase und Abschluss

Worum geht es? Der Modulbereich Projekt, Praxisphase und Abschluss bildet den Übergang vom strukturierten Kompetenzerwerb zu eigenständigeren ingenieurwissenschaftlichen Aufgaben. Die Studierenden bearbeiten zunächst ein interdisziplinäres Projekt, wenden ihr Wissen anschließend in einem berufspraktischen Umfeld an und schließen das Studium mit einer Bachelorarbeit samt Kolloquium ab. Dadurch werden fachliche, methodische und überfachliche Kompetenzen in realitätsnahen Situationen zusammengeführt. Der Bereich macht sichtbar, wie aus einzelnen Studieninhalten ein eigenständiges professionelles Handeln entsteht.
Wofür braucht man es? In Projekten, Praxisphase und Abschlussarbeit stehen typische Anforderungen des Berufslebens im Vordergrund: Aufgaben klären, Vorgehen planen, fachliche Entscheidungen begründen, Ergebnisse dokumentieren und adressatengerecht kommunizieren. Die Studierenden arbeiten mit externen oder interdisziplinären Kontexten, übernehmen mehr Verantwortung und lernen, Unsicherheit und offene Aufgabenstellungen produktiv zu bearbeiten. Damit bereitet der Bereich unmittelbar auf den Berufseinstieg oder auf weiterführende wissenschaftliche Qualifikation vor.
Wieso ist es interessant? Am Ende des Studiums geht es darum, das Gelernte nicht nur wiederzugeben, sondern eigenständig anzuwenden. Dieser Modulbereich bietet Raum, fachliche Interessen zu vertiefen, praktische Erfahrungen zu sammeln und die eigene ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweise sichtbar zu machen. Wer erleben möchte, wie Studium, Praxis, Teamarbeit und individuelle Profilbildung zusammenkommen, findet hier den abschließenden Integrationspunkt des Bachelorstudiums.

BIP601: Interdisziplinäres Projekt (mit IWA - Projektmanagement und Sozial.Punkt!)

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

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Zugehörige Lehrveranstaltungsteile

- *BIP601a: Interdisziplinäres Projekt*: 5 ECTS, 4P
- *BIP601b: IWA - Projektmanagement*: 4,5 ECTS, 3SL
- *BIP601c: Sozial.Punkt!*: 0,5 ECTS, 1SL

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ingenieurtechnische Aufgabenstellungen in Arbeitsgruppen zielgerichtet, strukturiert und selbstorganisiert zu bearbeiten, dabei Projektmanagementmethoden anzuwenden, technische Ergebnisse auf Deutsch und Englisch zu kommunizieren und ihre persönlichen und sozialen Kompetenzen durch soziales Engagement zu stärken.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- im Team eine ingenieurtechnische Aufgabenstellung analysieren und fachlich einordnen (*BIP601a*),
- hierzu inhaltlich recherchieren und erforderliches Fachwissen selbstständig erarbeiten (*BIP601a*),
- die Aufgabenstellung mit Auftraggeberinnen oder Auftraggebern abstimmen und in Lasten- bzw. Pflichtenheften konkretisieren (*BIP601a*, *BIP601b*),
- Arbeitspakete strukturieren, aufteilen, planen und im Projektverlauf koordinieren (*BIP601a*, *BIP601b*),
- sachgerechte Dokumentation und Kommunikation in den einzelnen Projektphasen anwenden (*BIP601a*, *BIP601b*),
- technische Lösungen gestalten, bewerten und die Ergebnisse adressatengerecht präsentieren (*BIP601a*),
- technische Präsentationen und technische Dokumentation auch auf Englisch vorbereiten und durchführen (*BIP601b*),
- soziale Verantwortung übernehmen und ihr persönliches Engagement reflektieren (*BIP601c*).

WOZU. Die Studierenden nutzen diese Kompetenzen, um ingenieurtechnische Fragestellungen im arbeitsteiligen Berufsalltag in interdisziplinären Teams erfolgreich, auch in einem internationalen Umfeld, zu bearbeiten und dabei fachliche, organisatorische, kommunikative und soziale Anforderungen miteinander zu verbinden.

Inhalte

Veranstaltungsteil *BIP601a: Interdisziplinäres Projekt*

- Analyse einer interdisziplinären ingenieurtechnischen Aufgabenstellung
- fachliche Recherche und Einarbeitung in erforderliches Fachwissen
- Abstimmung mit Auftraggeberinnen oder Auftraggebern
- Entwicklung, Ausarbeitung und Bewertung technischer Lösungsansätze
- Dokumentation der Projektergebnisse
- Präsentation der Projektergebnisse auf Deutsch und Englisch
- Postererstellung

Veranstaltungsteil *BIP601b: IWA - Projektmanagement*

- Methoden des Projektmanagements
- Spezifikation
- Recherche
- Pflichtenheft
- Kostenrechnung
- Projektplanung
- Englisch: Workshops Technical Presentations & Technical Writing; Gesprächsführung

Veranstaltungsteil *BIP601c: Sozial.Punkt!*

- soziales Engagement im Rahmen des Sozial.Punkt!-Programms
- Reflexion persönlicher und sozialer Kompetenzen

Prüfungsvorleistung

Testat: aktive Teilnahme im Veranstaltungsteil *BIP601b: IWA - Projektmanagement* sowie Nachweis des sozialen Engagements im Veranstaltungsteil *BIP601c: Sozial.Punkt!*

Prüfungsleistung

Ausarbeitung (15-20 Seiten) und Präsentation (30 Minuten) der Projektergebnisse im Veranstaltungsteil *BIP601a: Interdisziplinäres Projekt*: Mögliche Prüfungsartefakte sind insbesondere Projektbericht, Lasten- bzw. Pflichtenheft, Projektdokumentation, Poster sowie Präsentationen auf Deutsch und Englisch.

Literatur

- J. Kuster, E. Huber, R. Lippmann, A. Schmid, E. Schneider, U. Witschi, R. Wüst, Handbuch Projektmanagement, Springer Verlag 2. Auflage 2008, ISBN 978-3- 540-76432-8
- A. Hemmrich, H. Harrant, Projektmanagement - In 7 Schritten zum Erfolg, HAN- SER 2007, ISBN 978-3446425675
- L. Hering, H. Hering, Technische Berichte - Verständlich gliedern, gut gestalten, überzeugend vortragen,Viewegs Fachbücher der Technik 2000, 5. Auflage 2007, ISBN 978-3-8348-0195-1
- Y. Hoffmann, 30 Minuten für erfolgreiches Projektmanagement, Gabal Verlag, 3. Auflage 2007, ISBN 978-3897497177

Kurzporträt BIP601: Interdisziplinäres Projekt (mit IWA - Projektmanagement und Sozial.Punkt!)

Worum geht es? In diesem Modul bearbeiten Studierende eine größere ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung gemeinsam mit Studierenden anderer fachlicher Schwerpunkte. Studierende planen Arbeitspakete, stimmen Anforderungen mit Auftraggeberinnen oder Auftraggebern ab, entwickeln technische Lösungen und dokumentieren die Ergebnisse. Ergänzend üben Studierende Projektmanagement, technische Kommunikation auf Deutsch und Englisch sowie soziales Engagement.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden gebraucht, um in interdisziplinären Teams technische Projekte strukturiert zu bearbeiten und Ergebnisse professionell zu vertreten. Die Kompetenzen stärken außerdem die Fähigkeit, fachliche, organisatorische, kommunikative und soziale Anforderungen miteinander zu verbinden.
Wieso ist es interessant? Das Modul zeigt, wie ingenieurwissenschaftliche Arbeit in realitätsnahen Projekten funktioniert. Wer erleben möchte, wie aus einer Aufgabe, einem Team und begrenzter Zeit eine belastbare technische Lösung entsteht, bekommt hier den passenden Rahmen.

BPH701: Praxisphase

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Alle Lehrende des Studiengangs
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	15 ECTS	**Benotung**	unbenotet
SWS	V | - Ü | - P | 1 SL	**Engl. Titel**	Practical Phase (Industrial Placement)
Workload	• Präsenz: 10 Std. • Selbst: 440 Std.		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können konkrete ingenieurnahe Aufgaben in Unternehmen oder anderen Einrichtungen der Berufspraxis bearbeiten und ihre bisherigen fachlichen, methodischen und überfachlichen Kompetenzen in realen Arbeitszusammenhängen anwenden.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- in einem Unternehmen oder einer anderen Einrichtung der Berufspraxis an ingenieurnahen Aufgaben mitarbeiten,
- die im bisherigen Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten auf konkrete Aufgabenstellungen übertragen,
- sich in bestehende Arbeitszusammenhänge einfügen und kooperativ mit anderen zusammenarbeiten,
- technische Fragestellungen bearbeiten, Lösungsvorschläge entwickeln und diese diskutieren,
- ihre praktischen Erfahrungen reflektieren, auswerten und in einem Bericht sowie im Praxisphasenseminar darstellen.

WOZU. Damit sie den Übergang vom Studium in berufliche ingenieurwissenschaftliche Tätigkeiten vorbereitet gestalten können. Sie lernen, technische Aufgaben im betrieblichen Kontext zu bearbeiten, Ergebnisse zu kommunizieren, Kritik aufzunehmen und die eigene Arbeit schriftlich sowie mündlich nachvollziehbar zu dokumentieren.

Inhalte

Durchführung von Projekten oder Teilprojekten, abhängig vom Praxisphasenunternehmen und den dort gestellten Aufgaben unter professoraler Betreuung; eingebettet in seminaristische Lehrveranstaltung

Prüfungsvorleistung

aktive Teilnahme am Praxisphasenseminar, Durchführung des Praktikums

Prüfungsleistung

Praxisphasenbericht (10 Seiten)

Literatur

- Abhängig vom Praxisphasenunternehmen und den dort gestellten Aufgaben

Kurzporträt BPH701: Praxisphase

Worum geht es? In der Praxisphase arbeiten Studierende an ingenieurnahen Aufgaben in einem Unternehmen oder einer anderen Einrichtung der Berufspraxis mit. Studierende wenden bisher erworbene Kenntnisse in realen Arbeitszusammenhängen an und reflektieren die dabei gemachten Erfahrungen. Begleitend dokumentieren und präsentieren Studierende die Tätigkeit im Praxisphasenseminar.
Wofür braucht man es? Die Praxisphase bereitet auf berufliche Tätigkeiten vor, indem sie fachliche Anwendung, Teamarbeit, Kommunikation und Selbstorganisation in einem realen Umfeld verbindet. Die Praxisphase hilft dabei, eigene Interessen und berufliche Perspektiven konkreter einzuschätzen.
Wieso ist es interessant? Das Modul bringt das Studium direkt mit der Berufspraxis zusammen. Wer wissen möchte, wie ingenieurwissenschaftliche Aufgaben im Arbeitsalltag aussehen, erhält hier einen fundierten Einblick.

BBA702: Bachelorarbeit mit Kolloquium

Modulverantwortung	Studiendekan(in) des Fachbereichs	**Lehrperson(en)**	Alle Lehrende des Studiengangs
Verwendbarkeit	Bachelor Elektrotechnik Bachelor Maschinenbau Bachelor Mechatronik und Robotik	**Fächergruppe**	Ingenieurwissenschaften
Modultyp	Pflicht	**Sprache**	Deutsch
Angebot	jedes Semester	**Dauer**	1 Semester
Credits	15 ECTS	**Benotung**	Deutsche Notenskala 1-5
SWS	V | - Ü | - P | - S	**Engl. Titel**	Bachelor's Thesis (incl. Colloquium)
Workload	450 Stunden		

Empfohlene Voraussetzungen

Keine angegeben.

Lernergebnisse / Kompetenzen

WAS. Die Studierenden können eine anwendungsbezogene Fragestellung aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften eigenständig bearbeiten. Sie integrieren die im Studium erworbenen Kenntnisse, arbeiten sich in neue Themen ein, entwickeln Lösungsvorschläge und präsentieren ihre Ergebnisse klar, strukturiert und reflektiert.

WOMIT. Die Studierenden erreichen dieses Lernergebnis, indem sie

- eine eigenständige Arbeit zu einem vorgegebenen Thema innerhalb eines festgelegten Zeitraums bearbeiten,
- fachliche und überfachliche Kompetenzen aus dem Studium auf die Aufgabenstellung übertragen,
- den Stand von Wissenschaft und Technik recherchieren und einordnen,
- eine nachvollziehbare Beschreibung und Erläuterung ihres Lösungswegs erstellen,
- ihre Ergebnisse im Kolloquium mündlich präsentieren und fachlich vertreten.

WOZU. Damit sie im späteren Berufsleben ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen unter vorgegebenen Bedingungen selbstständig analysieren und bearbeiten können. Dabei berücksichtigen sie sowohl fachliche Einzelheiten als auch übergreifende Zusammenhänge und stärken Problemlösefähigkeit, kritisches Denken und Anwendungsorientierung.

Inhalte

- Die Bachelorarbeit ist eine eigenständige Untersuchung auf der Basis der Aufgabenstellung und umfasst die Darstellung des Problems bzw. der Fragestellung sowie der individuellen Vorgehensweise und eine ausführliche Beschreibung und Erläuterung ihrer Ergebnisse. Zudem basiert sie auf einer ausführlichen Literaturrecherche, die den aktuellen Stand der Forschung und Technik berücksichtigt.
- Das Kolloquium thematisiert die Inhalte der Bachelorarbeit.

Prüfungsvorleistung

Keine

Prüfungsleistung

Bachelorarbeit: schriftlicher Teil in der Regel bis zu 60 DIN-A4-Seiten ohne Anlagen; Bearbeitungszeit höchstens 12 Wochen, für Studierende des Teilzeitstudiengangs 18 Wochen. Kolloquium als mündliche Prüfung, etwa 45 Minuten.

Literatur

- themenabhängig

Kurzporträt BBA702: Bachelorarbeit mit Kolloquium

Worum geht es? In der Bachelorarbeit bearbeiten Studierende eine anwendungsbezogene ingenieurwissenschaftliche Fragestellung eigenständig. Studierende recherchieren den Stand von Technik und Wissenschaft, entwickeln einen Lösungsweg, dokumentieren die Ergebnisse und stellen diese im Kolloquium vor. Damit zeigen Studierende, dass Studierende fachliche und methodische Kompetenzen aus dem Studium integriert anwenden können.
Wofür braucht man es? Diese Kompetenzen werden benötigt, um komplexe technische Fragestellungen selbstständig, strukturiert und nachvollziehbar zu bearbeiten. Die Bachelorarbeit stärkt Problemlösefähigkeit, kritisches Denken, technische Dokumentation und fachliche Argumentation.
Wieso ist es interessant? Die Bachelorarbeit ist der abschließende Nachweis, dass Studierende eine ingenieurwissenschaftliche Aufgabe eigenständig bewältigen können. Die Bachelorarbeit bietet zugleich die Möglichkeit, ein Thema mit persönlichem Interesse oder beruflicher Relevanz vertieft zu bearbeiten.

Glossar

Dieses Glossar erklärt Abkürzungen und wiederkehrende Begriffe, die in den Modulbeschreibungen verwendet werden.

ECTS European Credit Transfer System. Ein ECTS-Punkt (auch „Credit") entspricht etwa 30 Stunden studentischem Arbeitsaufwand (Workload) und ist die europaweit vergleichbare Maßeinheit für den Umfang eines Moduls.

SWS Semesterwochenstunden. Gibt an, wie viele Zeitstunden Lehrveranstaltung pro Woche während der Vorlesungszeit eines Semesters stattfinden, aufgeschlüsselt nach Veranstaltungsart (siehe V, Ü, P, S/SL).

V Vorlesung. Lehrveranstaltungsform, in der fachliche Inhalte überwiegend im Vortrag vermittelt werden.

Ü Übung. Lehrveranstaltungsform zur Vertiefung und Einübung der in der Vorlesung vermittelten Inhalte, häufig anhand von Aufgaben.

P Praktikum. Praktische Lehrveranstaltung, in der Inhalte im Labor oder an Versuchsaufbauten selbst durchgeführt werden.

S Seminar. Lehrveranstaltungsform mit stärker eigenständiger, oft projekt- oder präsentationsorientierter Arbeitsweise.

SL Seminaristischer Unterricht. Lehrveranstaltungsform, die das freie Vortragen von Inhalten (wie in einer Vorlesung) mit dem interaktiven Dialog kombiniert.

Workload Der geschätzte studentische Gesamtarbeitsaufwand für ein Modul, aufgeteilt in Präsenzstudium (Teilnahme an Lehrveranstaltungen) und Selbststudium (eigenständige Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung).

Modultyp Kennzeichnet, ob ein Modul verpflichtend zu belegen ist (**Pflicht**) oder aus einem Angebot ausgewählt werden kann (**Wahlpflicht**).

WAS / WOMIT / WOZU Format zur Beschreibung von Lernergebnissen: **WAS** die Studierenden nach dem Modul können, **WOMIT** (mit welchen Inhalten und Tätigkeiten) sie dieses Lernergebnis erreichen und **WOZU** sie diese Kompetenzen im weiteren Studium oder Beruf benötigen.

Ziele-Module-Matrix Übersicht, die zeigt, in welchen Modulen die übergreifenden Qualifikationsziele eines Studiengangs aufgebaut und vertieft werden.

Capstone-Modul Abschließendes Modul eines Lernpfads, in dem die zuvor erworbenen fachlichen und methodischen Kompetenzen in einer größeren, integrierenden Projektaufgabe zusammengeführt und angewendet werden.

Lernpfad Thematisch gebündelte Abfolge von Pflichtmodulen, die inhaltlich aufeinander aufbauen und in einem Capstone-Modul münden. Lernpfade orientieren sich an einem typischen Berufs- bzw. Tätigkeitsprofil des Studiengangs.

Kurzporträt Kurzbeschreibung eines Moduls oder Lernpfads entlang der Fragen „Worum geht es¿', „Wofür braucht man es?" und „Wieso ist es interessant?", gedacht als schneller Einstieg für Studierende.