

Modulhandbuch

für den
Bachelorstudiengang

Nachhaltige Energie-
und Wasserstoffsysteme
(B.Eng.)

SPO-Version ab: Wintersemester 2024/25

Wintersemester 2026/27

erstellt am 01.09.2026

von Andreas Kilian

Fakultät Maschinenbau

Hinweise:

1. Die Angaben zum Arbeitsaufwand in der Form von ECTS-Credits in einem Modul in diesem Studiengang beruhen auf folgender Basis:

1 ECTS-Credit entspricht in der Summe aus Präsenz und Selbststudium einer durchschnittlichen Arbeitsbelastung von 30 Stunden (45 Minuten Lehrveranstaltung werden als 1 Zeitstunde gerechnet).

2. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs

Die Module sind nach Studienabschnitten unterteilt und innerhalb eines Abschnitts alphabetisch sortiert. Jedem Modul sind eine oder mehrere Veranstaltungen zugeordnet. Die Beschreibung der Veranstaltungen folgt jeweils im Anschluss an das Modul. Durch Klicken auf das Modul oder die Veranstaltung im Inhaltsverzeichnis gelangt man direkt auf die jeweilige Beschreibung im Modulhandbuch.

3. Standard-Hilfsmittel (SHM)

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

- Unbeschriebenes Schreibpapier (Name, Matrikelnummer und Modulbezeichnung dürfen vorab schon notiert werden)
- Schreibstifte aller Art (ausgenommen rote Stifte)
- Zirkel, Lineale aller Art, Radiergummi, Bleistiftspitzer, Tintenentferner
- Zugelassener Taschenrechner der Fakultät Maschinenbau (siehe Merkblatt „Zugelassene Hilfsmittel“ auf der Fakultätshomepage), zu erwerben über die Fachschaft.

Ausnahmen von dieser Regel werden in der Spalte „Zugelassene Hilfsmittel“ explizit angegeben.

Verwendbarkeit der Module: Alle Module sind studiengangsspezifisch. Abweichungen sind in den Modulbeschreibungen im Feld „Studien- und Prüfungsleistung“ vermerkt.

Modulliste

Studienabschnitt 1:

Chemie.....	5
Chemie.....	6
Energy and Sustainability.....	8
Energy and Sustainability.....	9
Fertigungsverfahren.....	12
Fertigungsverfahren.....	13
Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik.....	15
Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik.....	16
Ingenieurmathematik 1.....	19
Ingenieurmathematik 1.....	20
Ingenieurmathematik 2.....	22
Ingenieurmathematik 2.....	23
Konstruktion.....	26
Konstruktion.....	27
Maschinenelemente 1.....	30
Maschinenelemente 1.....	31
Technische Mechanik 1.....	33
Technische Mechanik 1.....	34
Technische Mechanik 2.....	36
Technische Mechanik 2.....	37
Thermodynamics 1.....	39
Thermodynamics 1.....	40
Werkstoffe für Energiesysteme.....	42
Werkstoffe für Energiesysteme.....	43

Studienabschnitt 2:

Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtmodule.....	45
Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtmodul.....	46
Apparate und Rohrleitungsbau mit Werkstoffkundepraktikum.....	48
Apparate und Rohrleitungsbau.....	49
Werkstoffkundepraktikum.....	51
Berufsqualifizierendes Praktikum.....	53
Berufsqualifizierendes Praktikum.....	54
Dynamik.....	56
Dynamik.....	57
Grundlagen der Programmierung.....	59
Grundlagen der Programmierung.....	60
Ingenieurinformatik.....	62
Ingenieurinformatik.....	63
Ingenieurmathematik 3.....	65
Ingenieurmathematik 3.....	66
Kraft- und Arbeitsmaschinen.....	69
Kraft- und Arbeitsmaschinen.....	70
Messtechnik im Anlagenbau.....	72
Messtechnik im Anlagenbau.....	73
Praktikum Messtechnik im Anlagenbau.....	75
Präsentation und Moderation.....	77
Präsentation und Moderation.....	78
Projektmanagement und Qualitätssicherung.....	80
Projektmanagement und Qualitätssicherung.....	81

Regelkreise und Systeme.....	86
Praktikum Regelkreise und Systeme.....	87
Vorlesung Regelkreise und Systeme.....	89
Regenerative Energien.....	91
Regenerative Energien.....	92
Strömungsmechanik.....	94
Strömungsmechanik.....	95
Thermische Verfahrenstechnik.....	97
Thermische Verfahrenstechnik.....	98
Thermodynamik 2.....	100
Thermodynamik 2.....	101
Wasserstoffsysteme und Sicherheit.....	104
Wasserstoffsysteme und Sicherheit.....	105

Studienabschnitt 3:

Bachelorarbeit.....	107
Bachelorarbeit.....	108
Energy Efficiency in Buildings and Industry.....	110
Energy Efficiency in Buildings and Industry.....	111
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul Energie E1-E3.....	113
Advanced Heat and Power Cycles.....	114
Brennstoffzellentechnologie.....	117
Energiespeicher.....	119
Innovative Energiesysteme.....	121
Klima- und Kältetechnik.....	123
Multiphysikalische Modellierung.....	125
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul H2 - 1 und 2.....	127
Design von Wasserstoffanlagen.....	128
Modellierung und Simulation von H2-Prozessanlagen.....	130
Power-to-X (PtX)-Verfahren.....	132
Wasserstoff im Transportsektor.....	134
Nachhaltigkeit, Ökobilanz und Betriebswirtschaft.....	136
Nachhaltigkeit, Ökobilanz und Betriebswirtschaft.....	137
Praktikum Energie- und Wasserstoff.....	141
Praktikum Energie- und Wasserstoff.....	142
Projektarbeit.....	144
Projektarbeit.....	145

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Chemie (Chemistry)		CHE
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Philipp Keil	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	1.	Pflicht	5

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Chemie	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Chemie		CHE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Philipp Keil	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Philipp Keil	nur im Wintersemester	
Lehrform		
seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 min
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
nicht-programmierbarer Taschenrechner, Periodensystem der Elemente

Inhalte
• Aufbau der Materie: Atombau, Periodensystem der Elemente, Orbitalmodell, Oktett-Regel, chemische Bindungsarten • Stöchiometrie und quantitative Betrachtung chemischer Reaktionen • Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Katalyse • energetische Betrachtungen, Standardbildungs- und Reaktionsenthalpie • Gleichgewichtsreaktionen, Massenwirkungsgesetz • thermodynamische Zustandsbeschreibung reiner Stoffe und Mischungen, Gasgesetze, Phasendiagramme • Säuren und Basen, Neutralisationsreaktionen • Redox-Reaktionen, Grundlagen der Elektrochemie, Reaktionen galvanischer Elemente und Elektrolyse • organische Chemie fossiler und biogener Energieträger ausgewählte Beispiele chemisch-technischer Verfahren für Energiesysteme
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Grundlagen, Begriffe und Konzepte der Chemie im Kontext Energiesysteme zu verstehen (1) • Reaktionsgleichungen auszugleichen und chemische Berechnungen zur Quantifizierung von Masse, Stoffmengen, Energie durchzuführen (3)

- dafür notwendige Daten bereitzustellen, z.B. aus Periodensystem, durch Berechnung von Reaktionsenthalpien (3)
- grundlegende chemisch-thermodynamische Zusammenhänge und Phasendiagramme reiner Stoffe und Mischungen zu kennen (2)
- chemische Reaktionen als Stoff-Energie-Wandlungsprozesse für Energieerzeugung, -speicherung und -konversion zu verstehen (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Anwendung naturwissenschaftlicher Grundlagen zur Lösung ingenieurtechnischer Aufgabenstellungen (3)
- Einordnung der Bedeutung der Chemie und chemischer Prozesse für innovative, nachhaltige Energiesysteme und für den Klimaschutz (2)

Angebotene Lehrunterlagen

Vorlesungsunterlagen, Übungsblätter

Lehrmedien

Beamer, digitales Skript, chemische Experimente

Literatur

Lehrbücher zu Grundlagen der Chemie bzw. Chemie für Ingenieure

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Energy and Sustainability		eSES
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teimodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Energy and Sustainability	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Energy and Sustainability		eSES
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Professoren ANK Fakultät Maschinenbau (LB)	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Portfolioprfung (studienbegleitend); die Endnote wird anteilig ermittelt aus: • 2 Prüfungsleistungen im Kursteil Technical English und • 1 schriftliche Abschlussprüfung zum Fachseminarteil in englischer Sprache Voraussetzung für die Prüfungsteilnahme an der schriftlichen Abschlussprüfung ist die nachgewiesene Teilnahme (80%) im Kursteil Technical English
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Prüfungen Technical English: die zugelassenen Hilfsmittel werden im Kurs bekannt gegeben. Abschlussprüfung Fachseminarteil: Standardhilfsmittel

Inhalte
Der seminaristische Unterricht setzt sich paritätisch zusammen aus: • Fachseminarteil “Energie und Nachhaltigkeit” (2 SWS, durch Fakultät M) und • Sprachkursteil “Technical English for Hydrogen and Energy Engineers ” (2 SWS, durch Fakultät ANK) Inhalte sind: • Vorträge in englischer Sprache ausgewählter und aktueller Themen der Energie-, Wasserstofftechnik und Nachhaltigkeit mit begleitender Gruppen-Diskussion • Reflexion und sprachliche Vertiefung der Fachinhalte im Sinne des content and language integrated learning (CLIL)-Ansatzes im Rahmen des begleitenden Sprachkurstteils „Technical English“. • Vorbereitung und Präsentation eigener Kurzreferate zu vorgegebenen Themenstellungen mit überschaubarer fachlicher Komplexität im Bereich Energie und Nachhaltigkeit (englische Vortragssprache)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Erwerb / Vertiefung der eigenen Sprachkompetenz in technischem Englisch in Wort und Schrift (3) • Erwerb eines entsprechenden ingenieurstechnischen Grundvokabulars (2) • Grundfähigkeit zu definierten Fragestellungen mit überschaubarer Komplexität in englischer Sprache Stellung zu nehmen. (2) • Kennlernen relevanter Themenstellungen und Entwicklungsansätzen im Bereich der Nachhaltigen Energietechnik (1) • Vernetzung von Wissen und Erwerb von Fachverständnis im Bezug auf aktuelle Themen der nachhaltigen Energie- und Wasserstofftechnik (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Verbreiterung der kommunikativen Kompetenz im Bezug auf Technisches Englisch in Wort und Schrift (3) • Resilienz im Bezug auf den Umgang mit einer fremden Sprache (2) • Vertiefung der eigenen Präsentations- und Argumentationskompetenz (3) • Vertiefung eigener Team Skills durch die strukturierte Bearbeitung konkreter Fragestellungen (2) • Selbstmanagement im Bezug auf Vortrag vor Gruppen (2) • Bewußtseins-schärfung im Bezug auf aktueller nichttechnischer (politischer und gesellschaftlicher) Rahmenbedingungen im Gebiet der Energietechnik(1)
Angebotene Lehrunterlagen
Unterlagen werden in ELO bereitgestellt
Lehrmedien
Rechner / Beamer, Tafel, Handouts

Literatur
Sustainable Energy – without the hot air, David JC MacKay (http://www.withouthotair.com/download) ergänzende Literaturliste wird in ELO bereitgestellt
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<u>Anforderungen an dual Studierende:</u> • Dual Studierende kontaktieren zu Beginn des Semesters das Lehrpersonal. • In Absprache mit den dual Studierenden können spezifische Themen mit Bezug zum Kooperationsunternehmen in das Modul eingebaut werden, insofern sie zum Lehrinhalt und Wissensstand der Studierenden passen

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Fertigungsverfahren (Manufacturing Methods)		FEV
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Ellermeier	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Fertigungsverfahren	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Fertigungsverfahren (Manufacturing Methods)		FEV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Ellermeier	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Andreas Ellermeier Andreas Hüttner Prof. Dr. Ulf Noster Dr. Reinhard Sangl (LBA) Prof. Dr. Wolfram Wörner	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	60 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten Das Modul FEV wird in den Studiengängen MB, DEM, NEW und PA gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte
• Übersicht über die Fertigungsverfahren • Fertigungsverfahren der Ur- und Umformung sowie verfahrensbedingte werkstofftechnische Grundlagen • Trennende Fertigungsverfahren sowie verfahrensbedingte Grundlagen • Fügende Fertigungsverfahren sowie verfahrensbedingte Grundlagen • Fertigungsverfahren zum Beschichten sowie verfahrensbedingte Grundlagen • Verfahren zur Fertigung von Kunststoffprodukten sowie verfahrensbedingte werkstofftechnische Grundlagen • Hinweise / Kriterien zur fertigungsgerechten Gestaltung von Bauteilen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die grundlegende Fachterminologie anzuwenden (1)

• die grundlegenden Fertigungsverfahren zu beschreiben (1) sowie hinsichtlich der erreichbaren Bauteileigenschaften und -qualität zu vergleichen (3) • die Zusammenhänge zwischen Werkstoff, Fertigungsverfahren und resultierenden Bauteileigenschaften abzuschätzen (3) • die Fertigungsverfahren hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu beurteilen (2) • die Fertigungsverfahren auf Basis des Konstruktionswerkstoffes auszuwählen (2) • die Bauteilgeometrie fertigungsgerecht zu gestalten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • bei der technischen und wirtschaftlichen Gestaltung von Fertigungsabläufen mitzuwirken (2) • erfolgreich mit Fertigungsexperten zu diskutieren (3)
Angebote Lehrunterlagen
Vorlesungsfolien, Kurs E-Learning-Plattform
Lehrmedien
Exponate, Rechner/Beamer, Tafel, Videos
Literatur
• Awiszus, Birgit; Bast, Jürgen; Dürr, Holger; Mayr, Peter: Grundlagen der Fertigungstechnik. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München, 2016. eISBN: 978-3-446-44821-6, Print ISBN: 978-3-446-44779-0

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)	Modul-KzBez. oder Nr.
Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik (Fundamentals of Electrical Engineering and Electronics)	GEE
Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Thomas Schlegl	Maschinenbau

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. o. 2.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Beherrschung der Grundrechenarten, Fähigkeit zur Interpretation von Graphen, Zeitschriften, Kennlinien und Kennfeldern, Aufstellen und Lösen eines Dreisatzes, Differenzieren und Integrieren von Funktionen, solider Umgang mit trigonometrischen Funktionen: Additions- und Multiplikationstheoreme, Differenziation, Rechnen am Einheitskreis, Aufstellen und Lösen linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, solider Umgang mit komplexen Zahlen und komplexer Rechnung, Formulieren und Lösen linearer Gleichungssysteme, sicherer Umgang mit Exponentialfunktion und Logarithmus, grundlegende Kenntnisse von Rechner und Dateisystemen, grundlegende Kenntnisse der Programmierung von CAE-Systemen

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik (Fundamentals of Electrical Engineering and Electronics)		GEE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schlegl	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Aumer Prof. Dr. Anton Horn Prof. Dr. Hermann Ketterl Prof. Torsten Reitmeier Prof. Dr. Thomas Schlegl	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. o. 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
• Standardhilfsmittel ohne eigenes Schreibpapier • auf der E-Learning-Plattform veröffentlichtes Kurzsriptum ohne Ergänzungen • Einfärbungen mit Textmarker sind erlaubt

Inhalte
• Elektrotechnische Grundbegriffe, Schaltbilder, Gesetze zur Berechnung von Gleichstromkreisen, Gleichstromnetzwerke, Gleichstromsysteme, Gleichstrommessungen • Elektrisches Feld: Zusammenhang Feld mit elektr. Kraft und Spannung, Materialabhängigkeiten, Kondensator, Lade- und Entladevorgänge • Magnetisches Feld: Feldgrößen, magn. Fluss, Ferromagnetismus, magnetischer Kreis, Kräfte im Magnetfeld, Induktion, Spule, Ein- und Ausschaltvorgänge • Wechselstromsysteme: Amplitude, Frequenz, Phasenlage, Zeigerdiagramme, Wirk- und Blindwiderstände, Impedanzen, komplexe Wechselstromrechnung • Halbleiterwerkstoffe: Physikalische und elektrische Eigenschaften, Leitfähigkeit, Dotierung, pn-Übergang • Halbleiterbauelemente: pn-Diode, Z-Diode, Photodiode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor; Kenn- und Grenzwerte von Bauelementen • Nichtlinearer Spannungsteiler, Klein- und Großsignalverhalten, Schalt- und Verstärkeranwendung • Schaltungen zur Spannungs- und Stromformung: Gleich-, Wechsel- und Mischspannung, Gleichrichtung • Operationsverstärker: Kenndaten, Grundschaltungen für Verstärkung und Signalverarbeitung, Anwendungen bei Gleich- und Wechselsignalen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Gleichstromnetzwerke mit mehreren Verbrauchern und Quellen zu analysieren (3) und dabei für reale Schaltungen Ersatzschaltbilder zu erstellen (2), • lineare Gleichungssysteme auf Basis von Knoten- und Maschenregel zu erstellen und mit oder ohne CAE-Unterstützung zu lösen (2), • Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessungen in Gleichstromnetzwerken zu bewerten und durchzuführen (2), • die charakteristischen Parameter von R-, L- und C- Bauelementen auf Basis deren physikalischen Aufbaus zu ermitteln (2), • die Lade- und Entladevorgänge an Kapazitäten sowie die Ein- und Ausschaltvorgänge an Induktivitäten unter Verwendung von geschalteten Gleichstrom- oder -spannungsquellen auf Basis der Lösungen von gewöhnlichen Differenzialgleichungen 1. Ordnung zu berechnen (2), • lineare Wechselstromkreise mit Hilfe von Zeigerdiagrammen und komplexer Darstellung zu untersuchen und zu berechnen (2), • die Linearisierung und Idealisierung von Schaltungen mit Halbleiterbauelementen für deren Anwendungen zu benutzen (2), • die Verlustleistungen und Grenzbelastungen bei Halbleiterdioden und Transistoren in Schaltanwendungen zu berechnen (2), • den Spannungs- und Stromverlauf in Gleichrichterschaltungen zu untersuchen und zu berechnen (2), • die Funktion von einfachen Operationsverstärkerschaltungen bei rückgekoppelten Systemen durch Aufstellen von Maschengleichungen zu analysieren (3).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • mit englischsprachigen Datenblättern für elektronische Bauelemente umzugehen (1),

• die Grundbegriffe und technischen Größen der Elektrotechnik und Elektronik in deutscher und englischer Sprache zu kennen bzw. zu benennen (1), • Beispiele für die zunehmende Bedeutung der Elektronik im Rahmen interdisziplinärer Projekte anzugeben (1), • die Bedeutung der Elektrotechnik und Elektronik im Hinblick der aktuellen Energiediskussion einzuschätzen (3), • sozioökonomische Aspekte der Elektrotechnik und Elektronik für die gesamtgesellschaftliche Entwicklung in Europa zu verstehen und zu diskutieren (1).
Angebote Lehrunterlagen
s. Kurs E-Learning-Plattform
Lehrmedien
Typische Medien für Präsenzunterricht
Literatur
s. Kurs E-Learning-Plattform

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Ingenieurmathematik 1 (Mathematics for Engineers 1)		MA1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	Informatik und Mathematik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Vor- und Brückenkurs Mathematik

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Ingenieurmathematik 1	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Ingenieurmathematik 1 (Mathematics for Engineers 1)		MA 1
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	Informatik und Mathematik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Doris Augustin Prof. Dr. Jürgen Friel Prof. Dr. Stefanie Vogl Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
- Standardhilfsmittel (siehe Seite 2) - publizierte Formelsammlungen in Buchform

Inhalte
Die Studierenden kennen und verstehen den mathematischen Formalismus und besitzen grundlegende Kenntnisse von mathematischen Konzepten, Rechenregeln und Lösungsverfahren aus den folgenden Bereichen: - Zahlen und Funktionen: Wiederholung von Potenz- und Logarithmusgesetzen, Lösen von Gleichungen und Ungleichungen, Funktionsbegriff, elementare Funktionen und ihre Eigenschaften - Komplexe Zahlen: Darstellungsformen komplexer Zahlen, Rechnen mit komplexen Zahlen, komplexe Exponentialfunktion und die Eulersche Formel, Beschreibung harmonischer Schwingungen in Komplexen - Folgen, Grenzwerte, Stetigkeit von Funktionen - Differentialrechnung: Ableitungsbegriff und Ableitungstechniken, Regel von l'Hospital, Kurvendiskussion, Extrema unter Nebenbedingungen, Newton-Verfahren - Integralrechnung: Bestimmtes und unbestimmtes Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationstechniken (partielle Integration, Substitutionsregel, Integration durch Partialbruchzerlegung)

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • passende Methoden und Konzepte aus den oben genannten Bereichen zur Lösung gegebener Problemstellungen zu identifizieren (1) • die gelernten mathematischen Methoden erfolgreich zur Lösung von Problemen einzusetzen und Ergebnisse zu interpretieren (2) • einfache praktische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und zu analysieren (2 und 3) • weiterführende mathematische Texte selbstständig zu lesen und zu verstehen (3) • komplexe Zusammenhänge zu strukturieren und Lösungsansätze zu erarbeiten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • mathematische Inhalte mündlich und schriftlich unter Verwendung der Fachsprache zu kommunizieren (2) • mathematische Fragestellungen selbstständig und in Gruppenarbeit zu bearbeiten (3) • ihre erarbeiteten Lösungswege kritisch zu reflektieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Tafelanschrift, Vorlesungsfolien, Übungen
Lehrmedien
Tafel und Beamer
Literatur
• C. Karpfinger, Höhere Mathematik in Rezepten, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2017. • L. Papula, Mathematische Formelsammlung, 12. Auflage, Springer Vieweg, 2017. • L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1, 15. Auflage, Springer Vieweg, 2018. • L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, 14. Auflage, Springer Vieweg, 2015. • Y. Stry, R. Schwenkert, Mathematik kompakt: für Ingenieure und Informatiker, 4. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. • T. Westermann, Mathematik für Ingenieure, 7. Auflage, Springer Vieweg, 2015

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Ingenieurmathematik 2 (Mathematics for Engineers 2)		MA2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	Informatik und Mathematik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
MA1

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Ingenieurmathematik 2	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Ingenieurmathematik 2 (Mathematics for Engineers 2)		MA2
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	Informatik und Mathematik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Doris Augustin Prof. Dr. Jürgen Friel Prof. Dr. Stefanie Vogl Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
- Standardhilfsmittel (siehe Seite 2) - publizierte Formelsammlungen in Buchform

Inhalte
Die Studierenden kennen und verstehen den mathematischen Formalismus und besitzen grundlegende Kenntnisse von mathematischen Konzepten, Rechenregeln und Lösungsverfahren aus den folgenden Bereichen: • Lineare Algebra: Vektorrechnung, Basen und Koordinatensysteme, Orthogonalität, Matrizen und lineare Abbildungen, Determinanten und Rang einer Matrix, lineare Gleichungssysteme (Gauß-Verfahren, Lösbarkeit und Struktur der Lösungsmenge), Inverse Matrix, Eigenwerte und Eigenvektoren, Diagonalisierung • Zahlenreihen: Definition und Beispiele wichtiger Zahlenreihen, Konvergenzkriterien • Potenzreihen und Taylor-Reihen: Konvergenzverhalten, Rechnen mit Potenzreihen, Potenzreihenentwicklung von Funktionen, Taylor-Reihen, lokale Approximation von Funktionen und der Satz von Taylor, Anwendungsbeispiele • Fourier-Reihen: Bestimmung von Fourier-Reihen von periodischen Funktionen, Konvergenzverhalten und Eigenschaften von Fourier-Reihen • Integralrechnung: Bestimmtes und unbestimmtes Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationstechniken (partielle Integration, Substitutionsregel, Integration durch Partialbruchzerlegung)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • passende Methoden und Konzepte aus den oben genannten Bereichen zur Lösung gegebener Problemstellungen zu identifizieren (1) • die gelernten mathematischen Methoden erfolgreich zur Lösung von Problemen einzusetzen und Ergebnisse zu interpretieren (2) • einfache praktische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und zu analysieren (2 und 3) • weiterführende mathematische Texte selbstständig zu lesen und zu verstehen (3) • komplexe Zusammenhänge zu strukturieren und Lösungsansätze zu erarbeiten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • mathematische Inhalte mündlich und schriftlich unter Verwendung der Fachsprache zu kommunizieren (2) • mathematische Fragestellungen selbstständig und in Gruppenarbeit zu bearbeiten (3) • ihre erarbeiteten Lösungswege kritisch zu reflektieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Tafelanschrift, Vorlesungsfolien, Übungen
Lehrmedien
Tafel und Beamer

Literatur

- C. Karpfinger, Höhere Mathematik in Rezepten, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2017.
- L. Papula, Mathematische Formelsammlung, 12. Auflage, Springer Vieweg, 2017.
- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1, 15. Auflage, Springer Vieweg, 2018.
- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, 14. Auflage, Springer Vieweg, 2015.
- Y. Stry, R. Schwenkert, Mathematik kompakt: für Ingenieure und Informatiker, 4. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- T. Westermann, Mathematik für Ingenieure, 7. Auflage, Springer Vieweg, 2015

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Konstruktion (Engineering Design)		KO
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ulrike Phleps	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Konstruktion	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Konstruktion (Engineering Design)		KO
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ulrike Phleps	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Ulrike Phleps	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min. Das Modul wird als KO1 in den Studiengängen MB und PA gleich geprüft. Die Module KO und KO1 werden wechselseitig anerkannt.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2, ohne eigenes Schreibpapier), Fischer, U. e.a.: Tabellenbuch Metall. Nourney: Europa Lehrmittel.

Inhalte
• Raumgeometrische Grundbegriffe, Projektionsarten und Gesetzmäßigkeiten der Raumgeometrie • Handskizzen im 2D/3D für räumliche Rekonstruktion einfacher Bauteile (2D nach 3D und 3D nach 2D) • Erstellen normgerechter technischer Zeichnungen von Bauteilen und Baugruppen (Zeichnungsarten, Ansichten, Schnitte, Einzelheiten, Gewinde-, Schrauben- und Mutterdarstellung, Maßeintrag, Allgemeintoleranz, Oberflächen, Kanten, Härte, Frei-/Einstich, Fasen/Radien, Zentrierung Drehteile, Einplanen von Normteilen, wie Wälzlager, Sicherungsringen, Passfedern, Dichtungen, Zahnrädern) • Gestaltungsgrundlagen des Maschinenbaus • Funktionale und kostengünstige Lösungen für Standardaufgaben (Tolerierungsgrundsätze, Form- und Lagetoleranzen, Passungen, Toleranzrechnung, Lagerungen von Wellen und Achsen, Dichtungen) • Werkstoffgerechte Gestaltung von Bauteilen • Festigkeitsgerechte Gestaltung von Bauteilen und Baugruppen • Fertigungsgerechte Gestaltung urgeformter (sinter-, guss- und spritzgussgerecht), gefügter (schweiß-, löt- und klebegerecht) und umgeformter Bauteile (stanz-, blechbiege- und tiefziehgerecht)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Freihand-Skizzieren zur Rekonstruktion von Grundkörpern und einfachen Bauteilen in den wichtigsten Projektionsarten (2) • Zeichnen und Bemaßen orthogonaler Mehrtafelprojektionen (2) • Darstellen und Interpretieren der wichtigsten Normteile des Maschinenbaus in technischen Zeichnungen (2) • Erstellen und Interpretieren normgerechter (Einzelteil-) Zeichnungen von Bauteilen mit Behandlungs-/Oberflächenangaben, Maß-, Form- und Lagetoleranzen (2) • Interpretieren von Baugruppenzeichnungen (2) • Gestalten von funktionalen und kostengünstigen Lösungen für konstruktive Standardaufgaben von Bauteilen und Baugruppen (2) • Fertigungs-, festigkeits- und funktionsgerechtes Gestalten von Gussteilen (2) • Fertigungs-, festigkeits- und funktionsgerechtes Gestalten von Schweißkonstruktionen (2) • Fertigungs-, festigkeits- und funktionsgerechtes Gestalten von Stanz-Biege-Konstruktionen (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • über Bauteile und Baugruppen auf der Basis eigener Skizzen und technischer Zeichnungen bzgl. Konstruktions- und Fertigungsaspekten zu kommunizieren und diese zu optimieren (2) • über Bauteile und Baugruppen auf der Basis fremder Skizzen und technischer Zeichnungen bzgl. Konstruktions- und Fertigungsaspekten zu kommunizieren (2) • Rolle und Bedeutung von Skizzen und technischen Zeichnungen in der innerbetrieblichen Kommunikation sowie der Kommunikation mit Zulieferern und Kunden zu kennen (1)

Angebote Lehrunterlagen
Übungen
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, Exponate
Literatur
• Fischer, U. e.a.: Tabellenbuch Metall. Nourney: Europa Lehrmittel. • Hoischen, H.; Hesser, W.: Technisches Zeichnen. Berlin: Cornelsen. • Viebahn, U.: Technisches Freihandzeichnen. Berlin: Springer.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Maschinenelemente 1		ME1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Wagner	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2. [MB SPO 2013, MB SPO 2019], 3. [PA SPO 2013]	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Konstruktion (1), Technische Mechanik 1

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Maschinenelemente 1	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Maschinenelemente 1		ME1
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Wagner	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Ulrich Briem Prof. Dr. Werner Britten Prof. Dr. Peter Gschwendner Prof. Dr. Stefan Hierl Prof. Dr. Tobias Laumer Prof. Dr. Florian Nützel Prof. Dr. Ulrike Phleps Prof. Dr. Thomas Schaeffer Prof. Dr. Carsten Schulz Prof. Dr. Andreas Wagner	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftl. Prüfung, 120 Min. Das Modul ME1 wird in den Studiengängen MB ,PA und NEW gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), Roloff/Matek Maschinenelemente Lehrbuch und Tabellenbuch

Inhalte
• Toleranzen und Passungen, Vertiefung • Vorauslegung und Festigkeitsnachweis von zeitlich-stationär sowie zeitlich-instationär beanspruchten Bauteilen • Schraubenverbindungen, Grundlagen und Berechnung • Grundlagen und Anordnung von Wälzlager, Vorauslegung und Lebensdauerberechnung • Berechnung von Schweißverbindungen • Berechnung von form- und stoffschlüssigen Welle/Nabe-Verbindungen

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die richtigen Maschinenelemente für die jeweilige Anwendung auszuwählen (2) und deren Bauform zu kennen (1) • Maschinenelemente vorauszulegen und zu dimensionieren (3) • Festigkeitsnachweise mit Lebensdauerabschätzung zu erstellen (2) und vorhandene Sicherheiten zu beurteilen (3) • Schadensbilder zu erkennen und Ausfallursachen herzuleiten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Begrifflichkeiten, Nomenklatur und Kenngrößen von Maschinenelementen anzugeben (1) • Datenblätter und Katalogmaterial handzuhaben (2) • den geschichtlichen Hintergrund und die Notwendigkeit von Maschinenelementen und Normen zu kennen (1) • Fachwissen und methodisches Wissen zu sicherem und normengerechtem Handeln in der Wirtschaft anzuwenden (3) • Produktentwicklung anzuleiten (3)
Angebote Lehrunterlagen
keine
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, Exponate
Literatur
• Roloff/Matek Maschinenelemente - Lehrbuch und Tabellenbuch, Vieweg Verlag

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Technische Mechanik 1 (Engineering Mechanics 1)		TM1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Valter Böhm	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Technische Mechanik 1	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Technische Mechanik 1 (Engineering Mechanics 1)		TM 1
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Valter Böhm	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr.-Ing. Florian Bauer Prof. Dr. Valter Böhm Prof. Dr. Fredrik Borchsenius Prof. Dr. Ulrich Briem Prof. Dr. Ingo Ehrlich Prof. Dr. Aida Nonn Prof. Dr. Ulrike Phleps	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 120 Minuten Das Modul TM1 wird in den Studiengängen MB, BE, DEM, IME und NEW gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
- Standardhilfsmittel (siehe Seite 2) - alle handschriftlichen und gedruckten Unterlagen

Inhalte
- Aufgaben und Einteilung der Mechanik - Kräfte und ihre Darstellung, grundlegende Axiome und Prinzipie - Schwerpunkte und Resultierende verteilter Kräfte - Auflagerreaktionen und Stabkräfte bei Fach- und Tragwerken - Schnittreaktionen in Balken, Rahmen und Bögen - Reibungsgesetze - Spannungen, Verformungen und Materialgesetze

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Schwerpunkte und Resultierende verteilter Kräfte zu berechnen (3), • Kräfte und Momente an statisch bestimmten Systemen zu berechnen (3), • Auflagerkräfte und Stabkräfte bei Fach- und Tragwerken zu berechnen (3), • Schnittreaktionen (Normal- und Querkraft, Biege- und Torsionsmoment) zu berechnen und grafisch darzustellen (3), • Haft- und Gleitreibungskräfte in mechanischen Systemen zu berechnen (3), • Grundbegriffe der Elastostatik zu kennen (1), • aus mechanischen Sachverhalten einfache Rechenmodelle zu bilden (2).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Bedeutung der Mechanik in allen Disziplinen des Maschinenbaus zu erkennen (1), • die Bedeutung der Mechanik für die Nachhaltigkeit ingenieurmäßigen Handelns zu erkennen (1), • Fragestellungen aus der Mechanik klar zu beschreiben (2), • Lösungen für schwierige Aufgaben im Team zu finden (3).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Formelsammlung
Lehrmedien
Tafel, Overhead, Rechner/Beamer
Literatur
siehe Skript

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Technische Mechanik 2 (Engineering Mechanics 2)		TM2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Aida Nonn	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Technische Mechanik 2	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Technische Mechanik 2 (Engineering Mechanics 2)		TM2
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Aida Nonn	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Valter Böhm Prof. Dr. Fredrik Borchsenius Prof. Dr. Ulrich Briem Prof. Dr. Ingo Ehrlich Prof. Dr. Aida Nonn	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung

Schriftliche Prüfung, 120 Minuten

Das Modul TM2 wird in den Studiengängen MB, DEM und BE gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.

Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis

- Standardhilfsmittel (siehe Seite 2)
- alle handschriftlichen und gedruckten Unterlagen

Inhalte

- Biegung, Scherung und Torsion gerader Bauteile
- Knickung von Stäben
- Mehrachsige Spannungs- und Verformungszustände
- Dünnwandige Hohlkörper unter Innen- und Außendruck
- Spannungsüberlagerung und Vergleichsspannung
- Statisch unbestimmte Systeme

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Spannungen und Verformungen in geraden Bauteilen zu berechnen (3),
- Knickgefährdete Stäbe zu analysieren (3),
- Spannungen und Verformungen in dünnwandigen Hohlkörpern zu berechnen (3),

• Einfache Maschinenbauteile zu dimensionieren (3), • Spannungen und Verformungen bei zusammengesetzten Beanspruchungen zu berechnen (3), • Statisch unbestimmte Systeme zu berechnen (3).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Bedeutung der Mechanik in allen Disziplinen des Maschinenbaus zu erkennen (1), • Fragestellungen aus der Mechanik klar zu beschreiben (2), • Lösungen für schwierige Aufgaben im Team zu finden (3).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Formelsammlung
Lehrmedien
Tafel, Overhead, Rechner/Beamer
Literatur
siehe Skript

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Thermodynamics 1 (Thermodynamics 1)		eTD1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Belal Dawoud	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Thermodynamics 1	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Thermodynamics 1 (Thermodynamics 1)		eTD1
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Belal Dawoud	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Belal Dawoud Prof. Dr. Johannes Eckstein Prof. Dr. Robert Leinfelder Prof. Dr. Andreas Lesser Prof. Dr. Thomas Lex Prof. Dr. Christian Rechenauer	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht und Übung		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (page 2), Recently published formulary (with handwritten additions) and steam tables in the ELO-Course

Inhalte
- Introduction and basic definitions - Energy conversion and first law of Thermodynamics - Second law of Thermodynamics - Ideal gases and ideal gas mixtures - Pure substances and their phase change processes - Standard Thermodynamic cycles
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - Explain the fundamental definition of the thermodynamic science (1) - Carry out mass and energy balances of different thermodynamic systems (2) - Evaluate different thermodynamic processes from the perspective of the second law of thermodynamics (2) - Estimate the maximum possible work yield of heat and of an enthalpy stream (3)

• Estimate the properties of ideal gases and gas-mixtures (2) and evaluate the basic thermodynamic processes (3) • Estimate the properties of the different phases of pure substance (2) and evaluate the basic phase-change processes (3) • Evaluate the efficiency of standard thermodynamic cycles with ideal gases and with phase-changing pure substances (3) • Identify the weak points of standard cycles (3) and assess the improvement measures of their efficiencies (3) • Analyze the deviations from the standard cycles and assess the performance of real energy transition cycles (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Describe (1) and analyze (3) the consequences of heat to power energy conversion systems on the environmental global warming, • Acquire the fundamentals and key performance indicators of energy conversion processes (1) • Work with property tables of different substances to evaluate energy processes and conversion cycles (1) • Identify and exercise the basic principles of teamwork and feedback rules (2) • Develop the increasing importance of thermal energy and energy efficiency in a professional self-image (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Script, Formulary, Collection of Exercises
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
• Yunus Cengel, Michael A. Boles and Mehmet Kanoglu; THERMODYNAMICS, an Engineering Approach, 9th Edition in SI, McGraw-Hill, 2019.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Werkstoffe für Energiesysteme (Engineering Materials Technology)		WKE
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ulf Noster	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	1.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Werkstoffe für Energiesysteme	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Werkstoffe für Energiesysteme (Engineering Materials Technology)		WKE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ulf Noster	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Andreas Hüttner Prof. Dr. Ulf Noster Dr. Reinhard Sangl (LBA) Prof. Dr. Wolfram Wörner	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte
• Aufbau von Werkstoffen: Metalle, Kunststoffe, Keramiken • Mechanische Eigenschaften von Werkstoffen • Ausgewählte physikalische und chemische Eigenschaften von Werkstoffen • Werkstoffprüfung • Werkstoffanforderungen und -eigenschaften für Energiesysteme • Grundlagen der Legierungsbildung, Phasendiagramme • Die Wärmebehandlung der Stähle • Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubilder • Normgerechte Werkstoffbezeichnung • Werkstoffkreisläufe
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Einflüsse des Aufbaus und der Besonderheiten von Werkstoffen auf die Anwendungen (2) und • Auswirkung der grundlegenden Eigenschaften von Werkstoffen auf Produkte und Prozesse (1) einzuordnen.

• Eine ganzheitliche Betrachtung der Folgen der Werkstoffauswahl mit Schwerpunkt auf deren Nachhaltigkeit (2) und • des Anwendungsfelds für Energiesysteme (1) durchzuführen. • Die Verknüpfung von Werkstoffstruktur mit Werkstoffeigenschaften (2) zu beurteilen.
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • in interdisziplinären Teams erfolgreich mit Werkstoffexperten zu interagieren (2), (Wissenschaftliches Selbstverständnis und Professionalität) • realistische Einschätzung des eigenen Kenntnisstands im Verhältnis zum Fachgebiet zu treffen (3), • Potentiale und Grenzen der Werkstoffanwendung in Energiesystemen zu erkennen (3), • Werkstoffe im Stoffkreislauf: Gewinnung - Anwendung – Recycling (2) sowie • Folgen von Werkstoffauswahl für Klima, Mensch und Umwelt (2) zu beurteilen.
Angebote Lehrunterlagen
Skript, Übungen, E-Learning-Kurs
Lehrmedien
Beamer, Tafel
Literatur
siehe Literaturliste auf E-Learning-Plattform des Kurses

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtmodule (General Scientific Elective Modules)		AW
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	2.	Pflicht	2

Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul/e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtmodul	2 SWS	2

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtmodul (General Scientific Elective Module)		AW
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Lehrende der Fakultät	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	2 SWS	deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30 h	30 h

Studien- und Prüfungsleistung
Das Nähere regelt der Angebotskatalog für Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtmodule des Zentrums für interdisziplinäre Lehre (ZiL).
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
k. A.

Inhalte
Ziel: Erweiterung des Fachstudiums durch einen Bereich, der zwar nicht zwingend zur Fachausbildung gehört, jedoch einen Bezug zur beruflichen Ausbildung hat. Umfang: Ein Modul aus dem AW-Modulangebot, dabei sind folgende Fächer ausgeschlossen, da sie in eigene Pflicht-Lehrveranstaltungen angeboten werden: • Block II (Sozialkompetenz): Moderation • Block IV (Kommunikation): Präsentation • Block V (Methodenkompetenz): Projektmanagement und Qualitätsmanagement • (19. Sprachen) Technical English (I)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • (Fach-)Kenntnisse über Zusammenhänge, die über das Fachstudium im engeren Sinne hinausgehen (3); Schwerpunkte werden durch AW-Modul festgelegt

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Gewinnung von persönlichen Metakompetenzen, die über das Fachstudium im engeren Sinne hinausgehen (3); Schwerpunkte werden durch AW-Modul festgelegt
Angebote Lehrunterlagen
k.A. – Festlegung erfolgt durch Dozenten der gewählten Lehrveranstaltung
Lehrmedien
k.A. – Festlegung erfolgt durch Dozenten der gewählten Lehrveranstaltung
Literatur
k.A. – Festlegung erfolgt durch Dozenten der gewählten Lehrveranstaltung

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Apparate und Rohrleitungsbau mit Werkstoffkundepraktikum		ARP
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Gerhard Goldmann	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Mechanik (insbes. Festigkeitslehre), Strömungsmechanik, Werkstoff für Energiesysteme

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Apparate und Rohrleitungsbau	2 SWS	2
2.	Werkstoffkundepraktikum	2 SWS	3

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Apparate und Rohrleitungsbau		ARPV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Gerhard Goldmann	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Gerhard Goldmann	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2 SWS	deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30 h	45 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Teil 1 Kurzfragen SHM (siehe Seite 2) Teil 2 Rechenteil Open Book

Inhalte
- Anwendungsüberblick über Apparate und Rohrleitungen - Werkstoffe im Apparatebau - Spannungszustände in Druckbehältern - Regelwerke für Druckbehälter und ihre Bedeutung für die CE-Konformität - Regelwerkbasierte Auslegung von Apparaten und Rohrleitungen - Grundzüge der Anlagenplanung - Fließbilder und Aufstellungspläne - Sicherheit im Apparatebau
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - die Bedeutung von Apparaten und Rohrleitungssystem einzuschätzen (1) - Werkstoffeigenschaften im Apparatebau einzuordnen (1) - Werkstoffe im Apparatebau zu beurteilen und anhand ihrer relevanten Eigenschaften auszuwählen (2) - Apparate und Druckbehälter regelwerkkonform auszulegen (3) - Einfache Fließbilder zu erstellen (2) - Unterlagen zur Anlagenplanung zu beurteilen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Apparate und Rohrleitungen als grundlegender Bestandteil von Energiesystemen aufzufassen (3) • im beruflichen Umfeld mit anderen Fachdisziplinen zu kooperieren und technische Lösungen zu erarbeiten (3) • die Bedeutung der CE-Konformität zu erkennen (1)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript
Lehrmedien
Beamer, Tafel
Literatur
• Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments (Druckgeräte-Richtlinie) • Regelwerk AD 2000 Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V., Postfach 10 38 34, 45038 Essen • DIN EN Normen (im Kontext der Vorlesung) • Schmidt, T.; Wasserstofftechnik, 2. Auflage Carl Hanser Verlag München 2022, E-Book-ISBN: 978-3-446-47353-9 • Gleich, D., Weyl, R.; Apparateteile, Springer Berlin Heidelberg New York 2006, ISBN-10 3-540-21407-0 Literatur im Volltext über Campuslizenz der OTH Regensburg verfügbar

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Werkstoffkundepraktikum		ARPP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Gerhard Goldmann	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Ulf Noster	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30 h	60 h

Studien- und Prüfungsleistung
prLN

Inhalte
Durchführung von Versuchen zur mechanischen Werkstoffprüfung (Zugversuch, Kerbschlagbiegeversuch)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - Grundlagen und Besonderheiten der in den Versuchen gezeigten Werkstoffprüfverfahren zu beschreiben (1) - Die durchgeführten Versuche zu protokollieren und zu dokumentieren (2) - Die Ergebnisse der Versuche zu interpretieren (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Fragestellungen in kleinen Gruppen während des Praktikumsversuchs selbständig zu beantworten (2)
Angebote Lehrunterlagen
Skript
Lehrmedien
Laborversuch

Literatur
• Macherauch, E.: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg & Teubner 2011 Literatur im Volltext über Campuslizenz der OTH Regensburg verfügbar

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Berufsqualifizierendes Praktikum (Industrial Placement)		BP
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Stefan Galka	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	2.	Pflicht	22

Verpflichtende Voraussetzungen
siehe SPO
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Berufsqualifizierendes Praktikum		22

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Berufsqualifizierendes Praktikum (Industrial Placement)		BP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Stefan Galka	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Lehrende der Fakultät	in jedem Semester	
Lehrform		
-		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.		deutsch	22

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	660 h

Studien- und Prüfungsleistung
Praktischer LN Bericht, Teilnahme mit Erfolg
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte
• Einführung in die Tätigkeit des Ingenieurs anhand konkreter Aufgabenstellung im industriellen Umfeld. • Beim praktischen Studiensemester steht das ingenieurmäßige Arbeiten im Vordergrund. • Im bisherigen Studium erworbene Kenntnisse sollen in der Praxis erprobt und umgesetzt werden. • Eine fachkundige Anleitung durch eine(n) erfahrene(n) Ingenieur(in) ist dazu Voraussetzung. • Aus den nachfolgend aufgeführten Gebieten sind höchstens drei auszuwählen: 1. Entwicklung, Projektierung, Konstruktion 2. Fertigung, Fertigungsvorbereitung und -steuerung 3. Planung, Betrieb und Unterhaltung von Maschinen und Anlagen 4. Prüfung, Abnahme und Qualitätssicherung 5. Technischer Vertrieb

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • das an der Hochschule erlernte, theoretische Wissen auf praktische Aufgaben anzuwenden (2), konkrete, einfachere ingenieurmäßige Aufgabenstellungen eigenständig zu bearbeiten (2), mit Kolleginnen und Kollegen unterschiedlicher Fachrichtungen und Fachabteilungen zusammenzuarbeiten (2), die zu erledigenden Arbeiten zu planen und den eigenen Arbeitsfortschritt zu überprüfen (2).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • im Team Aufgabenstellungen zu bearbeiten (2), • schriftlich und mündlich mit Kollegen, Vorgesetzten, Lieferanten und Kunden zu kommunizieren (2), • eigene Stärken und Schwächen zu beurteilen (2).
Angeborene Lehrunterlagen
Kurs E-Learning-Plattform
Lehrmedien
keine
Literatur
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<u>Anforderungen an dual Studierende:</u> • Dual Studierende führen das Industriepraktikum im Kooperationsunternehmen durch.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Dynamik		DYN
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Fredrik Borchsenius	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Dynamik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Dynamik		DYN
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Fredrik Borchsenius	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Fredrik Borchsenius Prof. Dr. Ulrich Briem	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftl. Prüfung, 120 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), alle handschriftlichen und gedruckten Unterlagen

Inhalte
• Grundbegriffe der Dynamik • Massenträgheitsmomente • Kinematik und Kinetik des Massepunktes • Kinematik und Kinetik des starren Körpers • Kinematik und Kinetik der Relativbewegung • Einführung in die Schwingungslehre
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Bewegungen von Punktmassen zu beurteilen (2) • Massenträgheitsmomente, Energie und Leistung zu berechnen (3) • Bewegung von starren Körpern und Punktmassen zu berechnen (3) • Relativbewegungen zu berechnen (3) • Schwingungsgleichungen zu analysieren (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

• die Bedeutung der Mechanik in allen Disziplinen der Produktions- und Automatisierungstechnik zu erkennen (1) • Fragestellungen aus der Mechanik klar zu beschreiben (2) • Lösungen für schwierige Fragestellungen im Team zu finden (3)
Angebote Lehrunterlagen
Skript, Formelsammlung
Lehrmedien
Tafel, Overheadprojektor, Rechner/Beamer
Literatur
keine Literaturangaben

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Grundlagen der Programmierung (Computer Science/Programming)		GPR
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Gschwendner	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Grundlagen der Programmierung	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Grundlagen der Programmierung (Computer Science/Programming)		GPR
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Gschwendner	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Valter Böhm Prof. Dr. Fredrik Borchsenius Prof. Dr. Peter Gschwendner Prof. Dr. Oliver Webel	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), mathematische Formelsammlung, Skript des jeweiligen Dozenten mit handschriftlichen Ergänzungen

Inhalte
• Zahlendarstellung, Binär-, Hex-, Gleitkommazahlen • Variable, Felder, Strukturen • Schleifen • bedingte Verzweigungen • Unterprogrammtechnik • globale und lokale Daten • rekursive Funktionsaufrufe • Anwendung einfacher Optimierungsverfahren • Klassen und Objekte • einfache Benutzeroberflächen • Anwendungen, Schnittstellen, Datenbanken, Erstellung eigener Funktionsbibliotheken Alle Inhalte werden anhand von MatLab erarbeitet.

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Algorithmische Vorgehensweisen in der Mathematik zu verstehen (1) • Algorithmik als Hilfsmittel zur Lösung von wissenschaftlichen, technischen oder mathematischen Problemstellungen zu erkennen (2) • Einfache Anwendungsprogramme zur Lösung von wissenschaftlichen, technischen oder mathematischen Problemstellungen zu erstellen (3) • Algorithmik als Fundament der Computer-Software zu erkennen (1) • Makro-Techniken zur Programmsteuerung zu verstehen (2) • Softwareentwicklung erlernen zu können (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Sowohl die Bedeutung der Programmierung wie auch die damit verbundenen Schwierigkeiten für den Maschinenbau zu erkennen (1) • Vor- und Nachteile moderner Computerlösungen im Maschinenbau beurteilen zu können (2) • Neuartige Lösungen für schwierige Aufgaben finden zu können
Angeborene Lehrunterlagen
Skript, Übungen
Lehrmedien
Tafel, Beamer
Literatur
• O. Beucher: MATLAB und Simulink: Grundlegende Einführung für Studenten und Ingenieure in der Praxis, Pearson Studium • Bosl: Einführung in MATLAB/Simulink: Berechnung, Programmierung, Simulation • Hanser Verlag
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<u>Anforderungen an dual Studierende:</u> • Dual Studierende kontaktieren zu Beginn des Semesters das Lehrpersonal. • In Absprache mit den dual Studierenden können spezifische Themen mit Bezug zum Kooperationsunternehmen in das Modul eingebaut werden, insofern sie zum Lehrinhalt und Wissensstand der Studierenden passen

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Ingenieurinformatik		II
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Fredrik Borchsenius	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
GPR

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Ingenieurinformatik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Ingenieurinformatik		II
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Fredrik Borchsenius	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Valter Böhm Prof. Dr. Fredrik Borchsenius Prof. Dr. Marcus Wagner	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftl. Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), Ausdruck von Skript ohne eigene Eintragungen. Unterstreichungen sowie Lesezeichen sind erlaubt.

Inhalte
• Einführung in Matlab und Simulink • Lineare Gleichungssysteme • Ausgleichsrechnung • Optimierungsaufgaben • Nichtlineare Gleichungssysteme • Simulation und Analyse dynamischer Systeme
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Strukturierte Programme in Matlab zu erstellen (2) • Simulink-Modelle zu verstehen und einfache Modelle zu erstellen (2) • Matlab-Programme zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, Optimierungsproblemen, Ausgleichsproblemen, nichtlinearen Gleichungssystemen und dynamischen Systemen zu erstellen (3) • Numerische Lösungsverfahren zu unterscheiden und auszuwählen (1) • die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Berechnungsverfahren für technische Probleme zu strukturieren (2) • mit englischsprachiger Software und Nutzerhandbuch umzugehen (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Videos auf GRIPS
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
Vorlesungsskrip

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Ingenieurmathematik 3 (Mathematics for Engineers 3)		MA3
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	Informatik und Mathematik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
MA1, MA2

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Ingenieurmathematik 3	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Ingenieurmathematik 3 (Mathematics for Engineers 3)		MA3
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	Informatik und Mathematik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Doris Augustin Prof. Dr. Jürgen Friel Prof. Dr. Stefanie Vogl Prof. Dr. Jan-Philipp Weiß	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
• SHM (siehe Seite 2) • publizierte Formelsammlungen in Buchform

Inhalte
Die Studierenden kennen und verstehen den mathematischen Formalismus und besitzen grundlegende Kenntnisse von mathematischen Konzepten, Rechenregeln und Lösungsverfahren aus den folgenden Bereichen: • Differentialrechnung mehrerer Veränderlicher: Funktionen mehrerer Veränderlicher, partielle und totale Differenzierbarkeit (Tangentialebenen), Gradient und Richtungsableitung, Extrema mit und ohne Nebenbedingungen • Integralrechnung mehrerer Veränderlicher: Parametrisierung von Kurven und Flächen, Doppel- und Dreifachintegrale über Normalbereichen in 2D und 3D sowie Substitutionsregeln, Anwendungen (Schwerpunkte, Volumina, Rotationskörper, Bogenlängen) • Gewöhnliche Differentialgleichungen (DGL): Einteilung in lineare und nichtlineare DGLn, Lösungsverfahren für DGLn 1. Ordnung (Trennung der Variablen, Variation der Konstanten sowie geeignete Substitutionen) Lösungsstruktur von allgemeinen linearen Differentialgleichungen, Lösungsverfahren für lineare DGL mit konstanten Koeffizienten beliebiger Ordnung • Fourier-Reihen: Bestimmung von Fourier-Reihen von periodischen Funktionen, Konvergenzverhalten und Eigenschaften von Fourier-Reihen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • passende Methoden und Konzepte aus den oben genannten Bereichen zur Lösung gegebener Problemstellungen zu identifizieren (1) • die gelernten mathematischen Methoden erfolgreich zur Lösung von Problemen einzusetzen und Ergebnisse zu interpretieren (2) • einfache praktische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und zu analysieren (2 und 3) • weiterführende mathematische Texte selbstständig zu lesen und zu verstehen (3) • komplexe Zusammenhänge zu strukturieren und Lösungsansätze zu erarbeiten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • mathematische Inhalte mündlich und schriftlich unter Verwendung der Fachsprache zu kommunizieren (2) • mathematische Fragestellungen selbstständig und in Gruppenarbeit zu bearbeiten (3) • ihre erarbeiteten Lösungswege kritisch zu reflektieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Tafelanschrift, Vorlesungsfolien, Übungen
Lehrmedien
Präsentation, Rechner/Beamer, Tafel

Literatur

- C. Karpfinger, Höhere Mathematik in Rezepten, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2017
- L. Papula, Mathematische Formelsammlung, 12. Auflage, Springer Vieweg, 2017
- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1, 15. Auflage, Springer Vieweg, 2018
- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, 14. Auflage, Springer Vieweg, 2015
- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Springer Vieweg
- Y. Stry, R. Schwenkert, Mathematik kompakt: für Ingenieure und Informatiker, 4. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013
- A. Croft, & R. Davison, Mathematics for engineers: a modern interactive approach. Pearson Education, 2009

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Kraft- und Arbeitsmaschinen (Fluid Energy Machines)		KAM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Strömungsmechanik (SM), Thermodynamics 1 (TD1)

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Kraft- und Arbeitsmaschinen	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Kraft- und Arbeitsmaschinen		KAM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Andreas Lesser	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftl. Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), 1 beidseitig, beliebig bedrucktes oder beschriebenes DIN-A4 Blatt

Inhalte
Die Lehrveranstaltung ist als Einführungsvorlesung in das Gebiet der Thermischen und Hydraulischen Arbeits- und Kraftmaschinen oder allgemein in die Fluidenergiemaschinen konzipiert. Im Fokus stehen folgende Inhalte und Qualifikationsziele: • Grundlegende Kenntnisse der Arbeitsübertragung in thermodynamischen Systeme • Verständnis der Unterscheidung zwischen Strömungs- und Verdrängermaschinen • Basiswissen des Aufbaus und der Konstruktion von Verdrängermaschinen • Grundlegende Kenntnis der thermo- und hydrodynamischen Funktionsweise von Strömungsmaschinen • Analyse und Interpretation der Einflussgrößen und der Randbedingungen bei der Entwicklung von Strömungsmaschinen • Auswahl und Auslegung von Strömungsmaschinen für gegebenen Randbedingungen • Aero- bzw. Hydrodynamische Berechnung und Dimensionierung der Komponenten von Strömungsmaschinen • Grundlegende Kenntnis über Verlustquellen und deren qualitative Beurteilung in Strömungsmaschinen • Interpretation, Berechnung und Analyse von Kennfeldern von Strömungsmaschinen • Auswahl, Regelung und Bewertung von Strömungsmaschinen für gegebene Anlagen

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Arten von Strömungsmaschinen und deren Einteilung sowie ihre Anwendungsbereiche von Strömungsmaschinen zu nennen, relevanter Kennzahlen und gebräuchliche Fachbegriffe zu kennen (1) • Die thermodynamischen und aerodynamischen Grundlagen von Strömungsmaschinen sowie die Energiewandlung in Strömungsmaschinen zu verstehen (3) • Ähnlichkeitsgesetze (Cordier-Diagramm) anzuwenden (2) • Die Vorgehensweise bei der aero-/thermodynamischen Auslegung von Strömungsmaschinen zu kennen (1) und einfache Auslegungen analytisch durchführen zu können (3) • Arten und Entstehung von Verlusten sowie instationäre Aspekte zu benennen (1) • Typische Konstruktionsarten von Turbo- und Verdrängermaschinen, Welle-Nabeverbindungen sowie Schwingungsaspekte zu kennen (1) • Festigkeit von Rotoren, Schaufeln und Scheiben zu berechnen (2) • Kennfelder von Arbeitsmaschinen zu charakterisieren und Bereichsgrenzen zu beurteilen (3) • Kennfelder von Kraftmaschinen und geeignete Anwendungen zu beurteilen (3) • Strömungsmaschinen im Anlagenverbund planen und auslegen zu können (2) und ihre Betriebsarten zu kennen (1) • Regelung (Drehzahlregelung, Drosselregelung, Bypassregelung etc.) zu kennen, auszuwählen und beurteilen zu können (3) • Reihen- und Parallelschaltung zu verstehen, zu beurteilen und auslegen zu können (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • den eigenen Kenntnisstand im Verhältnis zum Fachgebiet realistisch einzuschätzen (3) • in interdisziplinären Teams erfolgreich mit Strömungsmaschinenexperten zu interagieren (2) • die Folgen der Maschinenauswahl und -auslegung für Mensch und Umwelt zu beschreiben (1)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Bücher
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel, Videos, Labor
Literatur
Auszug aus der Literaturliste: • Pfeleiderer; Petermann: Strömungsmaschinen, 7. Auflage, Springer 2005 • Sigloch, Herbert: Strömungsmaschinen, 4. Auflage, Hanser 2009 • Bohl/Elmendorf: Strömungsmaschinen (Bd. 1+2), 10.+7. Auflage, Vogel 2008+2005 • Menny: Strömungsmaschinen, 5. Auflage, Teubner, 2006 • Kalide, Sigloch: Energieumwandlung in Kraft- und Arbeitsmaschinen, 10. Aufl., Hanser 2010

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Messtechnik im Anlagenbau (Metrology: with Laboratory Exercises)		MTA
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Hermann Ketterl	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
GEE

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Messtechnik im Anlagenbau	2 SWS	2
2.	Praktikum Messtechnik im Anlagenbau	2 SWS	3

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Messtechnik im Anlagenbau (Metrology: Lecture)		MTAV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Hermann Ketterl	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Hermann Ketterl	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2 SWS	deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30 h	30 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftl. Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte
• Zweck des Messens • Basissysteme, Basiseinheiten • statischer Messfehler, systematischer und zufälliger Messfehler • Messunsicherheit • dynamischer Messfehler • digitale Messdatenerfassung • aktive und passive Messaufnehmer
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Bedeutung von messtechnischen Fachbegriffen zu kennen (1) • Gesetzmäßigkeiten zur Kalibrierung und Korrektur systematischer Fehler zu verstehen und anzuwenden (2) • Rechenverfahren zur Berechnung der Messunsicherheit auszuführen (2) • die Methode des Minimums der Fehlerquadrate handzuhaben (2) • digitale Messdatenerfassung nach Zeit- und Wertachse richtig zu entwickeln (3) • digitale Messdaten im Zeitbereich und Frequenzbereich zu untersuchen (2) • die Funktionsweise der wichtigsten aktiven und passiven Sensoren anzugeben (1)

• die Randbedingungen des Anlagenbaus für die Verwendung der wichtigsten Sensoren anzugeben
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Datenblätter für elektronische Messsysteme in englischer Sprache zu benutzen. (1) • messtechnische Aufgabenstellungen im Spannungsfeld verschiedener Disziplinen und Gewerke zu entwerfen und dabei ihren eigenen Kenntnisstand im Verhältnis zum Fachgebiet realistisch einzuschätzen.(2) • Chancen und Gefahren messtechnischer Anwendungen im Wandel der Zeit in Hinblick auf: Sicherheitsrelevanz von Anlagen, bzw. ethischen Aspekten (z.B. Schutz personenbezogener Daten) einzuschätzen. (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Foliensatz
Lehrmedien
Rechner/Beamer
Literatur

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Praktikum Messtechnik im Anlagenbau (Metrology: Laboratory Exercises)		MTAP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Hermann Ketterl	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Belal Dawoud Prof. Dr. Johannes Eckstein Prof. Dr. Claudia Hirschmann Prof. Dr. Hermann Ketterl Prof. Dr. Robert Leinfelder Prof. Dr. Andreas Lesser Prof. Dr. Christian Rechenauer	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30 h	60 h

Studien- und Prüfungsleistung
Praktischer Leistungsnachweis, Teilnahme mit Erfolg
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte
Praktische Anwendung von Kenntnissen aus der Vorlesung MTV in Laboren der OTH in Bezug auf: a) Signalfloss b) Fehlereinflüsse c) Anwendung Messsoftware d) Messdatenspeicherung e) Messdatenauswertung
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - zur Kalibrierung und Korrektur systematischer Fehler, diese zu verstehen und anzuwenden (2) - Fehlerursachen zu analysieren und einzuschätzen (3) - verschiedene Messaufnehmer fachgerecht einzusetzen und vorzuschlagen (3) - Versuchsberichte mit Diagrammdarstellungen, inkl. Anpassungsfunktionen auszuarbeiten (2) - zur Vernetzung und Anwendung von Kenntnissen der Programmierung, Elektronik,

• Mechanik und Datenaufbereitungsalgorithmen (3) • zur selbstständigen Einarbeitung in die Bedienung von Geräten zur digitalen Datenakquise (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Datenblätter für elektronische Messsysteme in englischer Sprache zu benutzen (1) • messtechnische Aufgabenstellungen im Spannungsfeld verschiedener Disziplinen und Gewerke zu entwerfen und dabei ihren eigenen Kenntnisstand im Verhältnis zum Fachgebiet realistisch einzuschätzen (2) • Chancen und Gefahren messtechnischer Anwendungen im Wandel der Zeit im Hinblick auf: Sicherheitsrelevanz von Anlagen bzw. ethische Aspekte (z.B. Schutz personenbezogener Daten) einzuschätzen (3)
Angeborene Lehrunterlagen
Versuchsbeschreibungen, Handbücher
Lehrmedien
Tafel, Rechnerarbeitsplatz, Exponate, Versuchsaufbauten
Literatur

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Präsentation und Moderation (Presentation and Moderation)		PMO
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Heidrun Ellermeier (LB)	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	2.	Pflicht	2

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Präsentation und Moderation	2 SWS	2

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Präsentation und Moderation (Presentation and Moderation)		PMO
Verantwortliche/r	Fakultät	
Heidrun Ellermeier (LB)	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Heidrun Ellermeier (LB) Prof. Dr. Claudia Hirschmann	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminar		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	2 SWS	deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30 h	30 h

Studien- und Prüfungsleistung

Präsentation 15 Min.:
15-minütige Präsentation eines Themas aus dem Bereich "Soft Skills" mit Erstellung einer entsprechenden 3-5-seitigen Präsentationsunterlage.
Das Modul PMO wird in den Studiengängen MB, BE, PA und DEM gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.

Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis

Alle

Inhalte

- **Kommunikation:** Kommunikationsmodelle, Kommunikationsstrukturen und Kommunikationsschwierigkeiten, zielgerichtete Kommunikation
- **Moderierte Besprechung:** Moderationsmethoden; Dokumentation von Ergebnissen und Maßnahmen
- **Präsentieren:** Zielgruppenanalyse, Strukturieren von Inhalten, Visualisieren von Präsentationsinhalten (z.B. von PowerPoint Folien, Flipchartpapieren, Postern), Einsatz passender Medien bei Präsentationen
- **Persönliches Auftreten:** Körpersprache, Habitus
- **Sprache:** Rhetorik
- **Soft Skills:** Erfordernis im betrieblichen Alltag

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- kongruente Kommunikation zu erkennen (1)

• Missverständnisse in der Kommunikation nachzuvollziehen (2) und Maßnahmen zur Verbesserung der Kommunikation zu formulieren (3) • Zielgruppenanalysen durchzuführen (3) und das Präsentationsvorgehen zielgerichtet zu gestalten (3) • passende Visualisierungen auszuwählen (2) und zu gestalten (2) • wichtige Soft Skills im beruflichen Alltag zu beschreiben (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • selbstbewusstes Auftreten zu entwickeln (3) • Arbeitsergebnisse einzeln, wie auch im Team, zielgerichtet darzustellen (2) • die persönliche Rolle in verschiedenen Gesprächssituationen zu beurteilen (2) • das Verhalten auf die kommunikativen Erfordernisse abzustimmen (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel, Video, Flipchart, Moderationswände
Literatur
• Allhoff, Dieter-W. (2010): Rhetorik & Kommunikation. Ein Lehr- und Übungsbuch. Reinhardt: München. • Edmüller, Andreas & Wilhelm, Thomas (2015): Moderation. Haufe: Planegg/München. • Seifert, Josef W. (2010): Moderation & Kommunikation. Gruppendynamik und Konfliktmanagement in moderierten Gruppen. GABAL: Offenbach. Deutscher Managerverband e.V. (2004): Handbuch Soft Skills 1-3. vdf Hochschulverlag: Zürich.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Projektmanagement und Qualitätssicherung (Project Management and Quality Assurance)		PQS
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	2.	Pflicht	4

Verpflichtende Voraussetzungen
Hinweis für NEW: Das Modul PQS zählt zu den praxisbegleitenden Lehrveranstaltungen und kann daher nur belegt werden, wenn die Zugangsvoraussetzung zum praktischen Studiensemester vorliegt
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Projektmanagement und Qualitätssicherung	4 SWS	4

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Projektmanagement und Qualitätssicherung (Project Management and Quality Assurance)		PQS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Wolfgang Dötter (LB) Prof. Dr. Claudia Hirschmann Prof. Dr. Christian Rechenauer Prof. Dr. Max Singh	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
5.	4 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	60 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftl. Prüfung, 60 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
keine außer Taschenrechner

Inhalte
• Internationale Bedeutung der Themen Qualität (Q), Q-Management/-Sicherung, Begriff und ggf. Dimensionen von „Qualität“, kontinuierliche Verbesserung (PDCA), „Rule of Ten“, Q-Auszeichnungen • Qualitätsmanagement (QM): QM im Produktlebenszyklus und Produktentstehungsprozess, Qualitätspolitik, Qualitätsmanagementsysteme (QMS), Normenreihe ISO 9000ff, ISO 9001, integrierte Managementsysteme nach gängigen Normen, , einschließlich EMAS mit Nachhaltigkeits-Bericht, Total Quality Management (TQM), EFQM, ggf. Branchenspezifische Ausprägungen (z.B. Hinweis zur ISO 13485) • Qualitätsmethoden und Werkzeuge: Ishikawa- Diagramm und 8M, Fehlerbaumanalyse (FTA), Fehler-Möglichkeiten-und-Einfluss-Analyse (FMEA), Quality Function Deployment (QFD) mit HoQ inklusive Planung der Anforderung nach Nachhaltigkeit, 8D- Bericht, Kano- Modell, Benchmarking, Poka Yoke, 5s-Methode, 5-W-Methode, Flussdiagramm, Prozesssteckbrief, ggf. „die Qualitätswerkzeuge Q7“, • ggf. Entscheidungsbäume, ggf. ausgewählte Gefährdungsanalysen • Methoden der Qualitätssicherung, Audits, Zertifizierungen • Qualitätscontrolling, Qualitätskosten • Qualität und Recht: Maschinenrichtlinie, Produktsicherheit, -haftung, CE-Kennzeichnung, GS-Zeichen • Produkt-, Produktionsrisikomanagement, Safety Integrity Level (SIL), ggf. Schutzeinrichtungen • Digitalisierung und ihre Auswirkung auf die Themen Q-Management/-Sicherung, Prozessmanagement, Safety, Security • Qualitätsregelkarten (QRK) • ggf.: Einführung in statistische Prozessregelung (SPC) mit Merkmalsarten, Stichproben, • ggf.: Messsystemanalyse (MSA), Prozessfähigkeitsuntersuchung (PFU), Prüflabore • Grundlagen des Projektmanagements: Projektdefinition, Projektphasen, magisches Dreieck/‘Teufelsquadrat‘, Einflussfaktoren, sowie z.B. Projektauftrag, Projektsteckbrief, Projektziele, SMART Regel, ggf. SWOT- Analyse, ggf. DIN 69901, ggf. PMBOK Guide, Beispiele großer Projekte, etc. • Projekt-Organisation: Organisationsformen, Projektleitung, Projekt-Team, Kommunikation, Informations-Management, sowie ggf.: z.B. Kommunikationsmodelle, Umfeld-, Stakeholder-, Rollen-Analyse und Zuständigkeiten • Verschiedene Methoden des Projektmanagements: • Projektplanung, Planungsmethoden: Projektstrukturplan, Netzpläne mit Berechnungen, Zeit-, Kostenpläne, Vorgangsliste, Gantt-Diagramm, sowie z.B. Aufwandsschätzungen, Quality Gates, etc. • Projekt- Zeitmanagement, -Kostenmanagement, • Projekt-Risikomanagement, sowie ggf. Änderungsmanagement, ggf.: Problemlösemethoden, aktuelle Trends im Projektmanagement, etc. • Projekt Controlling und Projekt Dokumentation, Meilenstein-Trendanalyse (MTA), sowie ggf. Projektkennzahlen, ggf. Performance Indizes, etc. • Ggf. Fallbeispiel mit MS Project
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Ausprägungen von Qualität anzugeben (1) und Verbesserungspotentiale im Qualitätsmanagement und QMS zu nennen und zu planen (2) • Verbesserungsmöglichkeiten der Qualität von Produkten, Prozessen und Projekten zusammenzustellen (2)

- Grundlagen des Qualitätsmanagements, der Qualitätssicherung zu nennen (1)
- ausgewählte Aspekte der ISO 9000, ISO 9001, aus TQM und EFQM und zu integrierten Managementsystemen zusammenzustellen (2) und ein QMS hinsichtlich ISO 9001, TQM und EFQM einzuschätzen und zu analysieren (2)
- Diagramme und Dokumentationen zu den Qualitätsmethoden und Werkzeugen: Ishikawa-Diagramm und 8 M, FTA, FMEA, QFD und HoQ, 8D-Bericht, Kano-Modell, Benchmarking, Poka Yoke, 5s-Methode, Flussdiagramm, Prozesssteckbrief zu erstellen, zu analysieren und zu interpretieren (3)
- ggf.: die Qualitätswerkzeuge Q7 auszuführen (2)
- Checklisten, Arbeits-/Verfahrens-Anweisungen, Durchführung von Audits, Reviews, Vorbereitung auditrelevanter Szenarien handzuhaben (2)
- Vorgehensweisen bzgl. Q-Controlling und Q-Kosten zusammenzustellen (2)
- Bedeutung von Impact-Analysen bzgl. Produktsicherheit und Produkthaftung, sowie im Produkt- und Produktions-Risikomanagement anzugeben (1), die Bedeutung des SIL darzustellen (3), Zusammenhang von Q und Recht, CE, GS zusammenzustellen und zu bewerten (3), ggf. Schutzeinrichtungen bezüglich SIL zu beurteilen (3)
- Digitalisierung und ihre Auswirkung auf ausgewählte Q-Themen zu nennen (1)
- ggf.: Merkmalsarten zusammenzustellen (2)
- QRK zu erstellen und zu interpretieren (3), ggf.: die zugehörigen Berechnungen und Kennwerten anzuwenden und zu beurteilen (3)
- ggf.: PFU mit den gängigen Kennwerten darzustellen (3) und ggf. MSA darzustellen (3)
- Grundlagen des Projektmanagements zu nennen (1)
- Projektdefinition, Projektphasen, magisches Dreieck/'Teufelsquadrat', Einflussfaktoren, sowie z.B. Projektauftrag, Projektsteckbrief, Projektziele anzugeben und zu benutzen (2), SMART Regel darzustellen (3),
- ggf. SWOT- Analyse, ggf.: ausgewählte Aspekte zu DIN 69901, PMBOK Guide, Beispiele großer Projekte zusammenzustellen (2)
- Projekt- Organisationsformen und zugehörige Aspekte, Kommunikation, Informations-Management, sowie ggf.: z.B. Kommunikationsmodelle, Umfeld-, Stakeholder-, Rollen-Analyse und Zuständigkeiten darzustellen (3)
- geeignete und vorhandene Projekt-Organisationen zu beurteilen (3); sowie z.B. Aufgaben der Projektleitung und des Projekt-Teams zu planen und zu entwickeln und zusammenzustellen (3)
- Diagramme, Dokumentationen, Berechnungen zu verschiedenen Planungsmethoden, wie Projektstrukturplan, Netzpläne mit Berechnungen, Zeit-, Kostenpläne, Vorgangsliste, Gantt-Diagramm, Aufwandsschätzungen, Quality Gates zu erstellen, zu analysieren, zu interpretieren und zu bewerten (3)
- SMART-Regel zu benutzen (2), ggf.: SWOT-Analyse auszuarbeiten und zu beurteilen (3)
- Projekt- Zeit-, Projekt-Kosten-und Projekt-Risiko- Management auszuarbeiten und darzustellen (3)
- Projekt Controlling und Projekt Dokumentation zu planen, aufzubauen und darzustellen (3), MTA auszuarbeiten und zu interpretieren (3), sowie ggf.: Performance Indizes und Projektkennzahlen zu berechnen und zu interpretieren (3)
- Projekt-Planungssoftware anzugeben (1)
- die oben genannten Projekt- Methoden an einem Fallbeispiel auszuarbeiten und zu interpretieren (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Produkt- und Produktionssicherheit und entsprechendes Risikomanagement als ethische Verantwortung einzuschätzen, zu empfehlen (3) und in ethischer Verantwortung handzuhaben und auszuführen (2)
- Originalmaterial in englischer Sprache z.B. zu EFQM und TQM handzuhaben (2) und internationale, interdisziplinäre Bedeutung von PQS- Themen anzugeben (1)
- ihre eigene Verantwortung für sichere und Regularien-konforme Produkte und Prozesse von guter Qualität einzuschätzen und zu entwickeln (3)
- fachübergreifende Auswirkungen ihres Handelns und Technikfolgen hinsichtlich Qualität und z.B. Haftung und in Projekten zu nennen und einzuschätzen (3)
- den Grundgedanken des TQM und dessen übergreifende Auswirkungen einzuschätzen (3)
- sachgerecht PQS- Positionen in Planungs- und Entscheidungsprozessen zu entwickeln, aufzuzeigen und darzustellen (3)
- nutzbringende und sachlich begründete Anregungen hinsichtlich PQS für Produkte, Produktentwicklungen, Produktionsprozesse und Projekte zu entwickeln, vorzuschlagen und bewerten (3)
- Teamarbeit z.B. insbesondere bei Risikoanalysen (z.B. FMEA), bei einer FTA, bei Problem-Ursache-Analysen (z.B. Ishikawa-Diagramm) oder bei 8D-Berichten auszuführen und zu reflektieren (3)
- Teamarbeit in Projekten auszuführen und zu reflektieren (3)
- ggf. das ‚Vier-Augen-Prinzip‘ anzugeben und zu benutzen (2)
- Methoden des Projektmanagements, z.B. aus der Kommunikation, Planung, etc. auch in andere Bereiche zu übertragen, zu benutzen und zu entwickeln (3)
- die Rolle und Bedeutung der Qualitätssicherung in den verschiedensten Bereichen sowie auch im Projektmanagement zu reflektieren, zu beurteilen und einzuschätzen (3)
- Qualitätssicherung und Projektmanagement in verschiedenen Branchen zu kennzeichnen und deren jeweilige Bedeutung einzuschätzen (3)
- Managementaufgaben im Projektmanagement oder Qualitätsmanagement auszuführen, zusammenzustellen, einzuschätzen und zu reflektieren (3)
- die eigene Verantwortung sowohl für gute Qualität von Produkten und in der Produktion als auch für ein gutes Projektergebnis anzugeben, einzuschätzen und zu entwickeln (3)

Angebotene Lehrunterlagen

Kurs E-Learning-Plattform
Skript
englisch-sprachiges Originalmaterial

Lehrmedien

Rechner/Beamer, Videos, Vorführungen, Overheadprojektor, Tafel

Literatur

- Benes/Groh: Grundlagen des Qualitätsmanagements, Hanser.
- Brüggemann/Bremer: Grundlagen Qualitätsmanagement: Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM, Springer.
- DIN EN ISO 9000, Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe.
- DIN EN ISO 9001, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen.
- DIN 69901-2, Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 2: Prozesse, Prozessmodell.
- Fiedler: Controlling von Projekten, Springer.
- Jakoby: Projektmanagement für Ingenieure, Springer Vieweg.
- Kairies: Professionelles Produktmanagement für die Investitionsgüterindustrie, expert.
- Kraus/Westermann: Projektmanagement mit System, Springer.
- Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Hanser.
- Litke: Projektmanagement: Handbuch für die Praxis, Hanser.
- Olfert/Steinbuch: Kompakt-Training Projektmanagement, Kiehl
- Schelle/Linssen: Projekte zum Erfolg führen, dtv.
- Schwanfelder: Internationale Anlagengeschäfte, Gabler.
- Sommerhoff/Kamiske: EFQM zur Organisationsentwicklung, Hanser.
- Suzaki: Modernes Management im Produktionsbetrieb. Hanser.
- Theden/Colsman: Qualitätstechniken: Werkzeuge zur Problemlösung und ständigen Verbesserung, Hanser.
- Wolf: Projektarbeit bei kleinen und mittleren Vorhaben. Expert.
- Zollondz: Grundlagen Qualitätsmanagement. De Gruyter

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Regelkreise und Systeme (Control Loops and Systems)		RS
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Torsten Reitmeier	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Vorlesung (RSV) für Praktikum (RSP)

Inhalte
siehe Teilmodule

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Praktikum Regelkreise und Systeme	1 SWS	1
2.	Vorlesung Regelkreise und Systeme	3 SWS	4

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Praktikum Regelkreise und Systeme (Laboratory Exercises: Control Loops and Systems)		RSP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Torsten Reitmeier	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Benjamin Großmann (LB) Prof. Torsten Reitmeier Prof. Dr. Thomas Schlegl	in jedem Semester	
Lehrform		
Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	1 SWS	deutsch	1

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
15 h	15 h

Studien- und Prüfungsleistung
Praktischer Leistungsnachweis, Teilnahme mit Erfolg
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte
• Experimentelle Untersuchung realer Regelungen • Simulation von Regelkreisen • System- und Parameteridentifikation, Abstandsregelung, Temperaturregelung
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • theoretische regelungstechnische Kenntnisse anhand experimenteller und simulationstechnischer Untersuchungen anzuwenden (3), • statische dynamische Eigenschaften von Regelstrecken zu analysieren (3), • mathematische Modelle einer konkreten Anlage zu erstellen (2), • Modellparameter experimentell zu bestimmen (2), • mit analogen und digitalen Reglern umzugehen sowie Laborgeräte der Mess- und Regelungstechnik sinnvoll einzusetzen (2), • bei der Lösung von regelungstechnischen Fragestellungen methodisch vorzugehen (3).

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • in einem Team bei der Vor- und Nachbereitung sowie der Durchführung von Praktikumsversuchen zusammenzuarbeiten (2), • regelungstechnische Fragestellungen in einem Team zu diskutieren (3), • Kenntnisse der Arbeitssicherheit auf die aktive und passive Versuchsdurchführung zu transferieren (2), • erzielte Versuchsergebnisse kritisch zu bewerten (3).
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Handbücher, Kurs E-Learning-Plattform
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel, Rechnerarbeitsplatz für alle Teilnehmenden
Literatur
Siehe Literaturverzeichnis Unterlagen RSP sowie RSV

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Vorlesung Regelkreise und Systeme (Lecture: Control Loops and Systems)		RSV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Torsten Reitmeier	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Torsten Reitmeier	in jedem Semester	
Lehrform		
Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	3 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
45 h	75 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
- Standardhilfsmittel (siehe Seite 2) ohne eigenes Schreibpapier, - ein beliebig bedrucktes und/oder beschriebenes DIN-A4-Blatt

Inhalte
- Regelungstechnische Grundbegriffe - Beschreibung linearer Systeme im Zeit- und Frequenzbereich - Eigenschaften wichtiger Übertragungsglieder im Zeit- und Frequenzbereich - Regeleinrichtungen - Analyse des Verhaltens von linearen Regelkreisen - Stabilität von linearen dynamischen Systemen - Ausgewählte Methoden zum Entwurf und zur Applikation von Regelungen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - den Aufbau und die Wirkungsweise von Regelkreisen zu erläutern (1), - dynamische Vorgänge sowohl im Zeit- als auch Frequenzbereich zu verstehen (3), - lineare, zeitinvariante Systeme im Zeit- und Frequenzbereich mit verschiedenen Methoden zu beschreiben (2) sowie zu analysieren (3) und zu synthetisieren (3), - die Laplace-Transformation anzuwenden (2), - verschiedene Methoden zur Stabilitätsprüfung anzuwenden (2), - verschiedene Regeleinrichtungen zu unterscheiden (1), - regelungstechnische Problemstellungen zu verstehen (3) und selbstständig zu lösen (3),

• einschleifige Regelkreise auszulegen (3), • bei der Lösung von regelungstechnischer Fragestellungen methodisch vorzugehen (3).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • sich technische Sachverhalte anhand wissenschaftlicher Texte selbstständig zu erarbeiten (2), • technische Fragestellungen in Übungen und online-Foren zu diskutieren (2), • zusammen in einem Team regelungstechnische Übungsaufgaben zu lösen (2), • selbstorganisiert Lerneinheiten zu bearbeiten (2), • die Rolle und Bedeutung der Regelungstechnik in unterschiedlichen Anwendungen und Anwendungsgebieten zu verstehen (2), • erzielte Ergebnisse von Rechnungen kritisch zu bewerten (3).
Angebote Lehrunterlagen
Skript, Übungen, Kurs E-Learning-Plattform
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
Siehe Literaturverzeichnis Unterlagen RSV

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Regenerative Energien (Renewable Energies)		REN
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Thermodynamics 1

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Regenerative Energien	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Regenerative Energien		REN
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), Formelsammlung (unkommentiert) aus ELO

Inhalte
Die Vorlesung umfasst folgende Themenfelder, wobei die Schwerpunktsetzung aufgrund der zeitlichen und politischen Rahmbedingungen variieren kann: (1) Grundlagen der Energiewirtschaft, Energiebilanzierung und CO₂-Emissionen (2) Windenergie: Ertragsprognose, physikalische Grundlagen und technische Umsetzung (3) Wasserkraft: physikalische Grundlagen und technische Umsetzung (4) Meeresenergie: Gezeitenkraft, Wellenenergie und Meereswärmenutzung (5) Sonnenenergie: grundlegende Strahlungsphysik und deren rechnerische Erfassung (6) Nutzung der Sonnenenergie durch Photovoltaik, Solarthermie und konzentrierende Systeme zur Stromerzeugung (7) Geothermie und Umweltwärme: Tiefengeothermie, Oberflächengeothermie und der technische Nutzung (8) Biomasse: Einführung, Quellen und Nutzungsarten (Verbrennung, Vergärung, Biogene Kraftstoffe etc.) (9) Strommarkt: Nutzung und Rolle der Erneuerbaren Energien im Strommarkt (10): Wasserstoff: Einführung in die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff als Energieträger der Zukunft
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

• Kennenlernen wichtiger energiewirtschaftlicher Grundbegriffe und die Struktur der Energieerzeugung und des -verbrauchs (1) • Verständnis der Entstehung des und möglicher Massnahmen gegen den Treibhauseffekt (1) • Erarbeitung eines Überblicks über wichtige technische Verfahren zur Bereitstellung von Nutzenergie aus erneuerbaren Energiequellen, wie Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme, Biomasse und Meeresenergie sowie Analyse spezifischer Vor- und Nachteile (2) • Ermittlung der rechnerischen Ertragsprognose aus Sonneneinstrahlung, Windenergie, und oberflächennaher Geothermie (3) • Beurteilung des Einsatzes verschiedener Anlagenkonzepte hinsichtlich Effizienz, Nachhaltigkeit und gesellschaftlicher Akzeptanz (2) • Grundkenntnisse des Strommarktes sowie künftiger Einsatzpotenziale von Wasserstoff (1,2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Einschätzung der Auswirkungen des Einsatzes verschiedener Energierohstoffe zur Deckung der Energienachfrage aus technischer und nicht-technischer Perspektive (2) • Verbesserung der Präsentationskompetenz durch Kurzpräsentationen zu tagesaktuellen Themen (3) • Schärfung der Argumentationskompetenz in Gruppendiskussionen zu energiewirtschaftlichen und -politischen Fragestellungen (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Vorlesungsunterlage + Formelsammlung (via ELO-Download)
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
Literaturempfehlungen werden zu Beginn des Semesters kommuniziert und als Literaturliste via ELO-Download verfügbar gemacht.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Strömungsmechanik (Fluid Mechanics)		SM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sven Wassermann	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
MA1, MA2, TM1, TM2

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Strömungsmechanik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Strömungsmechanik (Fluid Mechanics)		SM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sven Wassermann	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Oliver Webel	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), im ELO-Kurs veröffentlichte Formelsammlung (Hervorhebung mit Textmarker erlaubt)

Inhalte
• Überblick und Anwendungen der Strömungsmechanik im Maschinenbau, • Physikalische Eigenschaften von Fluiden (Viskosität) • Hydrostatik: Druckspannungen, Kräfte auf ebene und gekrümmte Wände, hydrostatischer Auftrieb • Hydro-/Aerodynamik: Kontinuitätsgleichung, Bernoulli Gleichung, Impulssatz, Anwendungen • Rohrströmungen: laminare und turbulente Strömung, Ähnlichkeitszahlen, Rohrleitungsverluste • Spezielle Themen der Fluidmechanik: Verluste durch Einbauten, Carnot'scher Diffusor
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • newtonsche von nicht-newtonschen Fluiden zu unterscheiden (2) • Druckverteilungen und die daraus resultierenden Wandkräfte in ruhenden Behältern zu berechnen (3) • Strömungsgeschwindigkeiten im Rahmen der Stromfadentheorie zu berechnen (3) • Druckdifferenzen nach der Bernoulli-Gleichung zu berechnen (3) • Fluidkräfte auf Wände zu berechnen (3) • Druckverluste in Rohrleitungssystemen zu berechnen (2)

• Ergebnisse hinsichtlich Plausibilität und Größenordnung abzuschätzen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • allgemeingültig für den Studiengang • die allgemeine Relevanz des Fachs Strömungsmechanik in der Technik einzuschätzen (2) • in fachlichen Gesprächen mit Experten die physikalischen Zusammenhänge zu verstehen (2) • Fragestellungen aus der Fluidmechanik klar zu beschreiben (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Aufgabensammlung, Formelsammlung, Videos
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, Videos
Literatur
• W. Bohl: Techn. Strömungslehre, Vogel Verlag, Würzburg; • L. Böswirth: Tech. Strömungslehre, Vieweg Verlag

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Thermische Verfahrenstechnik (Thermal Process Engineering)		TVT
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
4.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
Absolvierung des Moduls TD1 und TD2

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Thermische Verfahrenstechnik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Thermische Verfahrenstechnik		TVT
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Rolf Bank (LB) Prof. Dr. Belal Dawoud	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht und Übung		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang	Lehrsprache	Arbeitsaufwand
	[SWS oder UE]		[ECTS-Credits]
4.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), Formelsammlung

Inhalte
Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik Thermodynamik reagierender Systeme und Phasengleichgewichte Verfahrensflißschemata Energetische Bewertung von chemischen Stoffumwandlungen Grundoperationen der thermischen Verfahrenstechnik • Verdampfung und Kondensation • Verdunstung und Trocknung • Adsorption • AbsorptionDestillation, Rektifikation und Extraktion
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Die Grundoperationen der thermischen Verfahrenstechnik zu kennen (1) • Die Gibbssche Fundamentalgleichung und das chemische Potential zu erläutern (2) • Gleichgewichte für binäre Stoffsysteme thermodynamisch zu berechnen (3)

• Gleichgewichtsarten und Ausgleichprozesse in abgeschlossenen Systemen und technischen Anlagen darzustellen und zu analysieren (2) • chemische Reaktionen stofflich und energetisch zu bewerten (3) • die Gesetzmäßigkeiten der chemischen Stoffumwandlung zur Berechnung und Bewertung von isothermen und adiabaten Reaktoren anzuwenden (3) • einige der Stoffumwandlungsprozesse: Verdampfung und Kondensation, Verdunstung und Trocknung, Adsorption, Rektifikation sowie Absorption energetisch zu berechnen und zu beurteilen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Grundbegriffe und Kenngrößen der thermischen Verfahrenstechnik auch in englischer Schriftsprache einzusetzen (2) • mit Datenblätter und Stoffdaten der unterschiedlichen Komponenten und Materialien der thermischen Verfahrenstechnik umzugehen (2) • die Grundprinzipien der Teamarbeit und Feedbackregeln zu benennen und auszuüben (3) • sich per Selbststudium auf die Präsenzveranstaltung angemessen vorzubereiten (2) • die zunehmende Bedeutung der thermischen Verfahrenstechnik im Rahmen interdisziplinärer Projekte zu erkennen und in das eigene berufliche Selbstbild zu integrieren (3) • ihr berufliches Handeln kritisch in Bezug auf gesellschaftliche Erwartungen und Folgen zu reflektieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Formelsammlung, Aufgabensammlung
Literatur
• Karl Schwister und Volker Leven; Verfahrenstechnik für Ingenieure, Lehr- und Übungsbuch, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, © 2014 Carl Hanser Verlag München • Alfons Mersmann, Matthias Kind, Johann Stichlmair; Thermische Verfahrenstechnik: Grundlagen und Methoden 2. Aufl, (2005), Springer, München

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Thermodynamik 2 (Thermodynamics 2)		TD2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Lex	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Thermodynamics 1 (eTD1)

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Thermodynamik 2	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Thermodynamik 2 (Thermodynamics 2)		TD2
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Lex	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Robert Leinfelder Prof. Dr. Thomas Lex	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Übung		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung 90 min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Standardhilfsmittel (siehe Seite 2), in den E-Learning-Plattform-Kursen veröffentlichte Formelsammlungen inkl. handschriftlicher Ergänzung sowie dort veröffentlichte Tabellenwerke.

Inhalte
• Gas-Dampf-Gemische am Beispiel der feuchten Luft • Grundlagen der Verbrennungsrechnung • Grundlagen der Wärmeübertragung • Differenzialgleichung der Wärmeleitung mit Randbedingungen • Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung • Instationärer Wärmetransport (Halbunendlicher Körper, Ideal gerührter Behälter) • Konvektiver Wärmetransport • Wärmeübertrager (Bauarten/Stromführung/Bilanzierung/Auslegung) • Wärmestrahlung (Grundlagen, einfache Strahlungsaustauschbeziehungen) • Wärmeübertragung bei Phasenübergang (Verdampfung, Kondensation) • Vergrößerte Oberflächen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die thermischen und kalorischen Eigenschaften feuchter Luft zu berechnen (2) sowie die Grundoperationen der Klimatisierung zu beurteilen (3), • die praxisrelevanten Klimatisierungsprozesse zu kennen (1) und zu berechnen (2),

- die Reaktionsgleichungen gasförmiger, flüssiger und fester Brennstoffe aufzustellen (1) sowie die Massen- und Stoffmengenanteile im trockenen und feuchten Zustand zu berechnen (2),
- die jeweiligen Wärmetransportphänomene zu differenzieren (1) und Wärmetransportprobleme entsprechend danach zu analysieren (3),
- die Wärme- und Enthalpieströme zu bilanzieren (2) sowie Temperaturverläufe (stationär/transient) zu berechnen (2) und zu bewerten (3), sowie weitere relevante Transportgrößen (thermische Widerstände, Wärmeübergangskoeffizienten, Strahlungsgrößen) zu berechnen (2) und sinnvoll anzuwenden (3),
- Wärmeübertrager auszulegen (2) und deren Funktionalität zu bewerten (3),
- die 0D- und 1D - Differenzialgleichungen und Randbedingungen für den stationären und transienten Temperaturverlauf in Festkörpern zu kennen (1),
- mit temperatur- und druckabhängigen Stoffwertetabellen umzugehen (2) und die darin implizit enthaltenen Informationen zum Stoffsystem zu bewerten (3),
- die grundlegenden Geschwindigkeits- und Temperaturprofile bei erzwungener und freier Konvektion zusammenzustellen (2),
- die grundlegenden Phänomene bei Verdampfung und Kondensation zu nennen (1) sowie den resultierenden Wärmetransport zu ermitteln (2),
- den Einfluss vergrößerter Oberflächen auf den Wärmetransport zu berechnen (2).

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- fachspezifisch mit Fachvertretern sowie Fachfremden zu kommunizieren (2) sowie zu gesellschaftlichen Energiediskussionen konstruktiv und nachhaltig beizutragen (2),
- strukturiert und zielorientiert wärmetechnische Fragestellen zu bearbeiten (2),
- eigenständig das weiterführende fachspezifische Wissen zu vertiefen (3),
- die fundamentale Rolle der Wärmeübertragung in der Energiewende zu analysieren (3),
- die branchenübergreifenden Anwendungsfelder (Automotive, Gebäudetechnik, Elektrotechnik, Energie- und Prozesstechnik, Kälte- und Klimatechnik) der Wärmeübertragung zu identifizieren (3),
- bewusster mit Energienutzung und Energieumwandlung im Hinblick auf die Umwelt umzugehen (3).

Angebotene Lehrunterlagen

Skript, Arbeitsunterlagen (Formelsammlung), Aufgabensammlung, Zusatzdiagramme und Tabellen, Rechnerprogramme

Lehrmedien

Rechner/Beamer, Tafel

Literatur

- Elsner, M.; Skriptum zur Vorlesung Thermodynamik, OTH-Regensburg, 2014.
- Cerbe, G. & Wilhelms, G.; Technische Thermodynamik, Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen, 17. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2013.
- Yunus Cengel und Michael A. Boles, Thermodynamics; an Engineering Approach, 4th Edition, McGraw-Hill Higher Education, 2002.
- Incropera/Dewitt: Foundations of Heat Transfer, 6th Edition, Wiley
- Baehr/Stephan: Wärme- und Stoffübertragung, 2010, Springer Verlag
- Polifke/Kopitz: Wärmeübertragung – Grundlagen, analytische und numerische Methoden, Pearson Studium, 2009
- VDI Wärmeatlas:2013, Springer Verlag

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Wasserstoffsysteme und Sicherheit		WSS
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Philipp Keil	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	2.	Pflicht	5

Empfohlene Vorkenntnisse
CHE, TD1

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Wasserstoffsysteme und Sicherheit	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Wasserstoffsysteme und Sicherheit		WSS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Philipp Keil	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Philipp Keil	nur im Wintersemester	
Lehrform		
seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 min
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
nicht-programmierbarer Taschenrechner, Periodensystem der Elemente, Formelsammlung, Vorlesungsskript

Inhalte
- Wasserstoff als Energieträger für nachhaltige Energiesysteme, physikalisch-chemische Eigenschaften von Wasserstoff - thermochemische und elektrochemische Verfahren zur Wasserstofferzeugung - Verdichtung und Verflüssigung, physikalische Speicherung und Transport - chemische Konversionsverfahren und H₂-Speicherung, Einbindung von CO₂, Kopplung von Energiesektor und stofflicher Nutzung - Systemintegration in stationären und mobilen Anwendungen - Grundlagen der Gefährdungen durch chemische Stoffe und physikalische Gefahren, HSE-Maßnahmen, rechtliche Grundlagen - sicherheitstechnische Aspekte für Wasserstoffsysteme, Explosionen, Explosionsschutz
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - wesentliche chemisch-physikalische Eigenschaften von Wasserstoff zu kennen und für Anwendungen in der Wasserstoffwirtschaft zu bewerten (2) - Erzeugungsverfahren für H₂ zu kennen und hinsichtlich der Rohstoffe und Produkte einzuordnen (1) - Grundlagen der Chemie und Thermodynamik auf H₂-Erzeugung, Zustandsänderungen zur Verdichtung und Verflüssigung von Gasen und die Konversion sowie nachfolgende

energetische und stoffliche Nutzung anzuwenden und Berechnungen zur Auslegung und Optimierung durchzuführen (3) • Unterschiede in den Anforderungen der systemischen Einbindung von Wasserstoffsystemen zu bewerten (2) • Eigenschaften von Wasserstoff aus sicherheitstechnischer Sicht und notwendige Maßnahmen zum Explosionsschutz zu kennen (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Anwendung naturwissenschaftlich-technischer Methoden zur Lösung ingenieurtechnischer Aufgabenstellungen (3) • rechtliche Grundlagen und Maßnahmen für Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz, Explosionsschutz (1)
Angebote Lehrunterlagen
Vorlesungsunterlagen, Übungsblätter
Lehrmedien
Beamer, digitales Skript, chemische Experimente und praktische Beispiele
Literatur
• H. Frey, K. Golze, M. Hirscher, M. Felderhoff (2023): Energieträger Wasserstoff. DOI: 10.1007/978-3-658-40967-8 • R. Neugebauer (2022): Wasserstofftechnologien. DOI: 10.1007/978-3-662-64939-8 • D. Stolten, B. Emonts (2016): Hydrogen Science and Engineering. Wiley VCH: Weinheim • U. Hauptmanns (2019): Prozess- und Anlagensicherheit. DOI: 10.1007/978-3-662-43529-8 • F. Craley, B. Tyler (2015): HAZOP: Guide to Best Practice. Elsevier: Amsterdam

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Bachelorarbeit (Bachelor's Thesis)		BA
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
7.	3.	Pflicht	12

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Bachelorarbeit		12

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Bachelorarbeit (Bachelor's Thesis)		BA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Lehrende der Fakultät	in jedem Semester	
Lehrform		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
7.		deutsch/englisch	12

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
0 h	360 h

Studien- und Prüfungsleistung
Bachelorarbeit inkl. Präsentation
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte
• Selbständige ingenieurmäßige Bearbeitung eines zusammenhängenden wissenschaftlichen Themas • Aufarbeitung und Dokumentation der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form • Präsentation der Ergebnisse inkl. Fachdiskussion
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Fertigkeit zur selbständigen ingenieurmäßigen Bearbeitung eines größeren zusammenhängenden Themas (3) • Fertigkeit zur Analyse, Aufbereitung und strukturierten schriftlichen Dokumentation der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Problemlösungskompetenz anhand einer definierten Fragestellung (3) • Kommunikationskompetenz – gegenüber Projektpartnern und Betreuern (3) • Wissenschaftliche Schreibkompetenz (3)

• Präsentationskompetenz und Fähigkeit zur differenzierten Argumentation und Kritikfähigkeit (3)
Literatur
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<u>Anforderungen an dual Studierende:</u> • Dual Studierende fertigen eine Bachelorarbeit in Zusammenarbeit mit ihrem Kooperationsunternehmen an. • Die Bachelorarbeit im Umfang von 12 Credits wird als externe Arbeit beim Praxispartner durchgeführt. • Der Praxispartner schlägt ein geeignetes Thema vor und stimmt dieses mit der betreuenden Person an der OTH Regensburg ab.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Energy Efficiency in Buildings and Industry		eEE
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Belal Dawoud	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	3.	Pflicht	5

Verpflichtende Voraussetzungen
Successful in both TD1 und TD2 courses

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Energy Efficiency in Buildings and Industry	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Energy Efficiency in Buildings and Industry		eEE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Belal Dawoud	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht und Übung		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Portfolioprüfung
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (c.f. page 2) and the actual published formulary in ELO, with hand-written remarks

Inhalte
• Energy efficiency and the procedure of energy efficiency analysis • Energetical evaluation of buildings as well as their different heating and heating distribution systems • Estimation of the heating demands and the potentials to increase the energy efficiency in the heating sector. • Common methodologies for estimating the heating load. • Heat recovery and the Pinch theory • Heat pumps and cooling systems • Utilization methodologies and energetical assessment of combined energy systems based on heat pumps • Estimation of the primary energy and CO₂-emission reductions through combined heat and power cycles (CHP) • Assessment of the energy efficiency of industrial processes
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, After a successful completion of this module, the students shall be able to, • Explain and discuss the energy efficiency and efficiency analysis methodologies (2) • Present and apply the energy conversion processes and their assessment routes (3) • Identify and discuss general measures for the rational energy use (2)

• Apply a systematic approach to energy efficiency analysis to derive individual measures for the rational utilization of energy and resources (3). • Carry out energy assessments of buildings and building's energy supply and distribution systems (3) • Identify measures to increase the energy efficiency in the heating sector (3) • Apply the Pinch-Theory in different energy processes and plants for estimating (2) and designing (3) different heat recovery concepts and quantifying their respective potentials (3). • Appraise heat pumps and cooling machines for different energy supply systems (2) and assess their economics (3) • Evaluate CHP systems in terms of energy, ecology, and economy (2) and to present for use in energy supply systems (3) • Identify and analyze different measures to increase the energy efficiency in industry processes (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, After a successful completion of this module, the students shall be able to, • Identify (1) and practice (2) the basic principles of teamwork and feedback rules • Discover and value own abilities as well as autonomously use the pertinent design and decision freedoms to further develop themselves under guidance (3) • Develop the increasing importance of the energy efficiency in the context of interdisciplinary projects in a professional self-image and to reflect on the consequences (3) • Critically reflect their professional actions in relation to social expectations and consequences (3) • Recognize the need to prepare themselves for a presence lecture (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Books, Lecture slides, scientific papers, and technical data sheets of products
Lehrmedien
Computer/overhead projector, videos, visualizer, blackboard
Literatur
• Fell H.-J.; Globale Abkühlung: Strategien gegen die Klimaschutzblockade – ökologisch, wirtschaftlich, erfolgreich, Beuth Verlag. 1. Auflage 2013. • Quaschnig V.; Erneuerbare Energien und Klimaschutz, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2013. • Wesselak, V.; Schabbach, T.; Link, T.; und Fischer, J.; Regenerative Energietechnik, 2. Auflage, Springer Verlag, 2013 • M. Blesl, M. und Kessler, A., Energieeffizienz in der Industrie; Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul Energie E1-E3 (Mandatory Elective Module H2 – 1 and 2)		EWPM-E1-3
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	3.	Wahlpflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Advanced Heat and Power Cycles	4 SWS	5
2.	Brennstoffzellentechnology	4 SWS	5
3.	Energiespeicher	4 SWS	5
4.	Innovative Energiesysteme	4 SWS	5
5.	Klima- und Kältetechnik	4 SWS	5
6.	Multiphysikalische Modellierung	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Advanced Heat and Power Cycles		eAHC
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Andreas Lesser	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (s. Seite 2)

Inhalte
Demand for heat and power in Germany and the EU General possibilities for the supply of power and heat and the challenges in terms of supply security, resource and environmental protection, and social justice. Supply of power and heat using thermodynamic cycles. Cycles for heat (heat pumps) • Structure of the basic process, components, performance classes • Selection and significance of the working medium • Importance of heat transfer (latent, sensible, pinch point) • Subcritical, transcritical, and supercritical processes • Significance of compression (intercooling, rise of the dew line) • Influence of the heat source ("infinitely large" e.g., air and "finite" e.g., geothermal, residual heat) • Optimization possibilities Cycles for the supply of power • Importance of the temperature of the heat source, typical temperature levels in sustainable heat sources • Cycles for utilizing heat sources with low temperature levels (e.g., ORC and Kalina cycles) • Influence of the working medium • Influence of the components • Influence of the heat source
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • To know the demand for work and heat in Germany and the EU. (1) • To identify the possibilities for meeting this demand. (1) • To estimate the consequences of the provision methods in terms of supply security, resource and environmental protection, and social justice. (2) • To name (1), understand (2), and assess (3) thermodynamic cycles that can provide heat and/or work. • To know and understand the challenges of the respective processes. (2) • To be able to select and fundamentally design suitable processes for the respective application. (3) • To understand and analyze the use and influences of cycle process components and working media. (3) • To be able to assess and evaluate the influences of the given boundary conditions, such as the type of heat source or sink. (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • To cooperatively develop knowledge. (2) • To address complex practical problems of future energy supply. (2) • To convey relevant basic concepts and key figures in English. (2)

- Confident handling of technical language and communication on the above-mentioned topics. (1)
- Understanding and interpreting advanced correlations. (3)
- To justify one's professional actions with theoretical and methodological knowledge and to reflect on alternative designs. (3)
- To capture, address, and solve engineering tasks in the field of advanced energy systems. (2)

Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Video
Lehrmedien
Rechner / Beamer, Tafel, Labor
Literatur
Tbd.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Brennstoffzellentechnology (Fuel cell technology)		BZT
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (s. Seite 2)

Inhalte
• Thermodynamik/Elektrochemie zur Brennstoffzelle • Aufbau, Typen und Betrieb der Brennstoffzelle • Aufbau des Brennstoffzellenstapels • Methoden zur Charakterisierung von Brennstoffzellen • Luft- und Brennstoffversorgung des Systems • Kühlung des Systems • Elektrische AnschlüsseAnwendungen von Brennstoffzellensystemen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • auf Basis der thermodynamischen und elektrochemischen Zusammenhänge von Redoxreaktionen die Eigenschaften der Brennstoffzelle zu berechnen (3). • Kenntnis des Aufbaus, der Funktionsweise und Eigenschaften von Brennstoffzellen (2). • Identifikation von Verlus- und Alterungsmechanismen der Zelle (2). • Anwendung des Wissens auf Auslegung, Dimensionierung und den Betrieb eines Brennstoffzellensystems (3).

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Verweis auf Lernziele im Vorspann
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Aufgaben
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
• Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Komponenten, Systeme, Anwendungen; Peter Kurzweil; Springer Vieweg; 2013 • Angewandte Elektrochemie; Peter Kurzweil; Springer Vieweg; 2020

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Energiespeicher (Energy Storage)		ES
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Michael Sterner	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen mit ca. 10-20 % Übungsanteil		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
• Energiespeicher im Wandel der Zeit • Definition und Klassifizierung von Energiespeichern • Speicherbedarf in der Stromversorgung • Speicherbedarf in der Wärmeversorgung • Speicherbedarf im Verkehrssektor • Elektrische Energiespeicher • Elektrochemische Energiespeicher • Chemische Energiespeicher • Mechanische Energiespeicher • Thermische Energiespeicher • Lastmanagement als Energiespeicher • Vergleich der Speichersysteme • Speicherintegration in einzelnen Energiesektoren • Speicherintegration zur Kopplung unterschiedlicher Energiesektoren
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Definition und Wirkungsgradberechnungen von Energiespeichern zu kennen (1) und anzuwenden (3)

• den Diskussionsstand um den Bedarf an Speichern zu kennen (1) • die Eigenschaften der wichtigsten Energiespeicher zu analysieren (3) und deren Einbindung in Energiesysteme auszuarbeiten (2) • die wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Speichergrößen zu berechnen (2) • Energiespeicher für verschiedene Anwendungen auszulegen (3) • Potenziale, Größen und Einordnungen von Energiespeicher untereinander abzuschätzen und zu analysieren (3) und • die Integrationsmöglichkeiten für Energiespeicher in der Sektorenkopplung zu kennen (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • in einem Team zu organisieren und zu arbeiten (2) • fachliche Fragen zu stellen (3) und technische Zusammenhänge in korrekter Fachsprachewiedergabe (3) • kritische Diskussionen in sachlicher Atmosphäre zu führen (2) • sich mit unterschiedlichen Ansichten und Kritiken konstruktiv auseinander zu setzen (3) • die Bedeutung sorgfältigen, selbständigen Arbeitens für Ihren Lernerfolg einzuschätzen (3) • den Unterschied zwischen Verständnis und bloßer Anwendung von Lösungswegen zu erkennen und die Vorteile beider Herangehensweisen zu nutzen (3) • die Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis zu kennen (1) und • sich mit wissenschaftlicher Literatur auseinandersetzen zu können (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Extra angefertigtes Buch zur Vorlesung in deutscher und englischer Sprache, Übungen mit Lösungen, Datenblätter, Videos, Literaturliste
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, Buchkapitel
Literatur
• Sterner Michael und Ingo Stadler: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration ISBN 978-3-642-37380-0; Springer-Verlag Heidelberg Berlin, 2017 • Jossen, Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2006
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Bei Bedarf wird die Lehrveranstaltung auf Englisch gehalten. Es ist nicht garantiert, dass die Veranstaltung in jedem Semester laut Angebotsfrequenzangeboten werden kann. Hierzu vergleichen Sie bitte die für das jeweilige Semester gültige Studienplantabelle.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Innovative Energiesysteme (Innovative Energy Systems)		IES
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Portfolioprüfung
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (s. Seite 2) Literatur (s. E-Learning-Plattform des Kurses)

Inhalte
• Ziel der Wahlpflichtvorlesung ist es, die unternehmerischen Chancen der entstehenden Wasserstoff- und Energielandschaft anhand konkreter Konzepte zu erfassen und ihre Realisierbarkeit zu bewerten: • Analyse und Bewertung neuartigen Konzepte für dezentrale und wasserstoffbasierte Energieversorgungs- und verteilstrukturen. • Diskussion und Darstellung der Ergebnisse im offenen Gespräch • Erarbeitung konzeptioneller Umsetzungsmöglichkeiten innovativer Ansätze. • Bewertung aus ökonomischer, ökologischer, Verbraucher- und Kundensicht. • Ableitung konkreter Empfehlung für eine kurz- / mittel- und langfristige Umsetzung
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Bewertung eines Projekts aus technischen und nichttechnischen Aspekten vorzunehmen (2) • ökonomische Fachbegriffe bei einer Projektbewertung zu verstehen und inhaltlich einzuordnen (2) • ihr theoretisch erworbenes Wissen zu energie- und wasserstofftechnischen Fragen anhand konkreter Problemstellungen in praxisnaher und integrierter Form anzuwenden (3)

• moderne Verfahren der Ideengenerierung, wie Design Thinking etc. auszuwählen und anzuwenden (3) • grundlegende Verfahren zur Wirtschaftlichkeitbewertung zu kennen (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • ihre Team- und Moderationskompetenz realistisch einzuschätzen und anhand konkreter Fragestellung erfolgreich angewandt zu haben (3) • die verschiedenen Blickwinkel auf technische Projekte aus technischer, betriebswirtschaftlicher und Kundensicht verstanden und im Bewertungsprozess berücksichtigt zu haben. (3) • andere (nichttechnische) Sichtweisen in ihrer Motivation und Legitimität anzuerkennen (2) • ihre kommunikative Kompetenz im Bezug auf nicht-technische Ansprechpartner vertieft zu haben (2) • ihre Präsentations- und Überzeugungskompetenz verprobt zu haben. (2)
Angebote Lehrunterlagen
Unterlagen und Materialien werden über die E-Learning Plattform bereitgestellt
Lehrmedien
Rechner / Beamer, Tafel, MS Teams
Literatur
Staiger, R., Tantau, A.; Geschäftsmodellkonzepte mit grünem Wasserstoff, Springer, ISBN 978-3-658-30576-5

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Klima- und Kältetechnik (Refrigeration and Air Conditioning)		KKT
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Christian Rechenauer	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Thomas Lex Prof. Dr. Christian Rechenauer	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6. o. 7.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftl. Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2), 1 DIN-A4 Blatt (handschriftlich, Vorder- und Rückseite)

Inhalte
• Meteorologische Grundlagen • thermische Behaglichkeit • Aufbau und Funktionsweise von Klimaanlage • Wärmeübertrager inkl. hydraulische Schaltungen • Wärmerückgewinnung, Luftbefeuchter, Ventilatoren • Kanalnetz • Funktion und Verhalten verschiedener Luftdurchlässe • Auslegung von Klimaanlage im h,x - Diagramm • Regelung von Klima- und Kälteanlagen • Aufbau und Bauteile von Kompressionskältemaschinen • Berechnung und Auslegung von Kälteanlagen im $\lg p, h$ - Diagramm • Kältetechnische Prozesse Funktionsweise von Absorptionskälteanlagen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Klimaanlage zu entwerfen (2) und zu analysieren und zu beurteilen (3) • Die Zustandsänderungen im h,x-Diagramm darzustellen und zu berechnen (2) • Die einzelnen Bauteile einer Klimaanlage zu berechnen (2) • Raumluftströmungen einzuschätzen (3)

• Thermische Behaglichkeit mit einer Klimaanlage auszuarbeiten (2) • Kälteanlage zu entwerfen (2) und zu analysieren (3) • Den Kälteprozess im lg p,h – Diagramm dazustellen und zu berechnen (2) • Die Funktion der einzelnen Bauteile zu beurteilen und diese zu berechnen (2) • Kälteprozesse zu beurteilen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Ihren eigenen Kenntnisstand im Verhältnis zum Fachgebiet realistisch einzuschätzen (3) • Die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen von Klima- und Kälteanlagen zu beurteilen (3) • Mit Fachpartnern interdisziplinär auszutauschen (1)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript Kurs E-Learning-Plattform
Lehrmedien
Overheadprojektor, Tafel, Rechner/Beamer, Videos, Versuche
Literatur

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Multiphysikalische Modellierung (Multi-physical modelling)		MM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Belal Dawoud Jeremy Weindler (LB)	jedes 2.Semester	
Lehrform		
seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 min
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
keine

Inhalte
• Einführung in Begriffsdefinition und Vorgehensmodell bei Modellbildung und Simulation multiphysikalischer Problemstellungen in der Energietechnik • Klassifizierung von mathematischen Modellen und Identifizierung korrespondierender Simulationsumgebungen • Mathematisch-physikalische Beschreibung von dynamischen Systemen und Modellanalyse anhand von Simulationskenngrößen • Kritische Analyse von Simulationsmodellen anhand von Parameter- und Sensitivitätsanalyse • Grundlegende Begriffe der Numerik und Einführung in ausgewählte numerische Lösungsverfahren • Lösung einer multiphysikalischen Problemstellung durch ein praktisches Beispiel einer realen energietechnischen Anlage in Modelica • Einführung in die Modellbildung auf Basis partieller Differenzialgleichungen • Lösung einer realen multiphysikalischen Problemstellung im energietechnischen Bereich durch Anwendung partieller Differenzialgleichungen in COMSOL

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • (3) Wissenschaftliche Vorgehensweisen zur Lösung von Problemstellungen im Bereich der Energietechnik über Simulation anzuwenden • (2) Spezifische Problemstellungen mit geeigneten mathematisch-physikalischen Modellen und Simulationsumgebungen zu beschreiben • (2) Multiphysikalische Modelle anhand gängiger Simulationskenngrößen zu analysieren • (1) Grundlegende Begriffe in der Numerik sowie die gängigsten numerischen Verfahren zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen zu nennen und erläutern • (2) Aufbau, Ablauf und Funktionsweise der Simulationsumgebung in Modelica und COMSOL zu erläutern • (3) Simulationsbeispiele aus der Praxis kritisch hinsichtlich Validität und Sensitivität zu beurteilen
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Bedeutung und Rolle einer multiphysikalischen Simulation in verschiedenen Bereichen der Energietechnik zu verstehen • Diskussionen in Fachsprache zu simulationstechnischen Fragestellungen im Bereich Energietechnik zu führen • Simulationsergebnisse kritisch zu bewerten
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Übungen
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
Siehe Skript

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul H2 - 1 und 2 (Mandatory Elective Module H2 – 1 and 2)		HWPM-H2 1-2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	3.	Wahlpflicht	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Design von Wasserstoffanlagen	4 SWS	5
2.	Modellierung und Simulation von H2-Prozessanlagen	4 SWS	5
3.	Power-to-X (PtX)-Verfahren	4 SWS	5
4.	Wasserstoff im Transportsektor	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Design von Wasserstoffanlagen (Hydrogen facility design)		DW
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Philipp Keil	nur im Sommersemester	
Lehrform		
seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen mit Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte
• Beispiele für Einsatzbereiche von Wasserstoffanlagen und Anforderungsdefinitionen • rechtliche Vorschriften, technische Auslegungsgrundlagen, spezifische Planungsvorgaben • Zusammenwirkung von Designvorgaben und Konflikte (verfahrenstechnisch, mechanisch-konstruktiv, kostenstruktur, regulatorisch) • Fließschemata, Aufstellungsplanung, 3D-Design, SOP, Designgrundlagen • verfahrenstechnische Auslegung von Apparaten/Maschinen/Anlagenteilen/Rohrleitungen für Wasserstoffsysteme (Wasserstofferzeugung, Gaskonditionierung, Verdichtung und Expansion, Konversion) • MSR-Technik: Ventile/Armaturen, Instrumentierung, Prozessanalytik, Sicherheitstechnik • Betriebskonzepte, stationärer und dynamischer Anlagenbetrieb, sicherheitstechnische Bewertung mit Gefährdungs- und Risikoanalyseverfahren (HAZOP) • Verfahrensentwicklung, Optimierung, Scaleup • Projektmanagement bei EPC/EPCM-Projekten, , Kostenschätzungsmethoden, Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Definition der erforderlichen Planungsgrundlagen (2)

• basic engineering von Wasserstoffanlagen durch Erstellung eines R&I-Fließbildes und verfahrenstechnischer Auslegung der Hauptapparate und Rohrleitungen anhand eines Beispiels (3) • vertiefte Kenntnis der Zusammenhänge bei Planung, Engineering, Bau und Entwicklung verfahrenstechnischer Anlagen für die Wasserstoffwirtschaft (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Kenntnisse der verfahrenstechnischen Grundlagen der Anlagen- und Apparateauslegung im Kontext innovativer Energiesysteme • vertiefte Anwendung und Verknüpfung der Lerninhalte vorhergehender Studiensemester • Anwendung ingenieurtechnischer Methoden zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen bei der Entwicklung und Umsetzung innovativer Energiesysteme
Angeborene Lehrunterlagen
Skript, Auslegungsvorlagen
Lehrmedien
Beamer, digitales Skript, Auslegungsprogramme
Literatur
• J. Draxler, M. Siebenhofer (2014): Verfahrenstechnik in Beispielen. DIO: 10.1007/978-3-658-02740-7 • D. S. Christen (2010): Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik. DOI: 10.1007/978-3-540-88975-5 • K.H. Weber (2014): Engineering verfahrenstechnischer Anlagen: Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen. DIO: 10.1007/978-3-662-43529-8 • U. Hauptmanns (2019): Prozess- und Anlagensicherheit. OI: 10.1007/978-3-662-43529-8

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Modellierung und Simulation von H2-Prozessanlagen (Modelling and Simulation of H2 Process Plants)	MSH
Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz
Prof. Dr. Thomas Lex	jedes 2.Semester
Lehrform	
seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen mit Praktikum	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (s. Seite 2)

Inhalte
Einführung in die industrielle Prozessentwicklung Prozess-Fließbilder (PFD), Rohrleitungs- und Instrumentierungs-Fließbilder (PID) Stationäre und transiente kontinuierliche Prozesse Diskontinuierliche Prozesse Einführung in die Prozesssimulatoren Aspen Hysys und Aspen Plus Apparate-Modellierung • Wärmeübertrager • Trennapparate • Expansions- und Kompressionsmaschinen • Reaktoren Methoden zur computergestützten Berechnung der Stoffeigenschaften und Zustandsgrößen von Reinstoffen und Gemischen Prozessanalyse und -effizienz

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Fertigkeiten zur Erstellung von Prozess-, Rohrleitungs- und Instrumenten-Fließbilder • Fertigkeit im Umgang mit den industriellen Prozess-Simulatoren Aspen Plus und Aspen Hysys • Erstellen von stationären und dynamischen Simulationen für die Energie- und Prozesstechnik • Anwendungsgerechte Verwendung von geeigneten Modellen zur Simulation von Apparaten der Energie – und Prozesstechnik • Optimierung von Prozessen hinsichtlich Effizienz und Regelbarkeit
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Erarbeitung von Lösungskonzepten in kleinen Gruppen zu unterschiedlichen Aufgabenstellungen der Energie- und Prozesstechnischen Simulation • Diskussion und Darstellung der Ergebnisse im offenen Gespräch • Fähigkeit zur fachspezifischen Kommunikation mit Fachvertretern sowie - fremden • Erarbeitung einer strukturierten und zielorientierten Herangehensweise zur Bearbeitung simulationstechnischer Fragestellungen • Entwicklung der Fähigkeit zur eigenständigen Vertiefung des weiterführenden fachspezifischen Wissens • Erkennen der Möglichkeiten der Digitalisierung in der Berechnung von Prozessen • Die fundamentale Rolle der Simulationstechniken in der Energiewende erkennen • Erkennen der branchenübergreifenden Anwendungsfelder der Prozesssimulation (Automotive, Gebäudetechnik, Energie- und Prozesstechnik, Kälte- und Klimatechnik) • Fähigkeit zum Erkennen der branchenübergreifenden Aufgabenstellung
Angebotene Lehrunterlagen
Übungen, Demonstrations-Videos, Handbücher, How-To-Anleitungen für das Selbststudium
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel, Software, Videos
Literatur
• Haydary J.: Chemical Process Design and Simulation: Aspen Hysys and Aspen Plus Applications. 2019 Wiley AIChE • Gmehling J., Kleiber M.: Chemical Thermodynamics for Process Simulation. 2019, Wiley-VHC

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Power-to-X (PtX)-Verfahren (Power-to-X (PtX) processes)		PTX
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Rolf Bank (LB)	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (s. Seite 2)

Inhalte
• Vermittlung der Aufgaben und Funktionen von PtX-Verfahren im Rahmen einer nachhaltigen Energie- und Rohstoff-Versorgung (Sektorenkopplung) • Wesentliche Komponenten eines PtX-Verfahrens und Vergleich von konkurrierenden Lösungsmöglichkeiten • Systemparameter am Beispiel Power-to-Gas (PtG) • Charakterisierung von PtX-Verfahren am Beispiel PtG • Schematische Darstellung von PtX-Verfahren (Grund-, Verfahrensfliessbild) • Stoff- und Energiebilanzen am Beispiel PtG • Planung von PtG-Verfahren (Projektmanagement) • Kostenschätzung von PtG-Verfahren • Systemische Aspekte von PtX-Verfahren (Lebenszyklen von Systemen)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • PtX-Verfahren und deren Einzelkomponenten zu kennen (1) • die erforderlichen Grund- und Verfahrensschemen zur Beschreibung und Planung von PtX-Verfahren zu erstellen (3) • den verfahrenstechnischen Vorteil und ökonomischen Nutzen von PtX-Verfahren abzuschätzen (2) • Energie- und Stoffbilanzen zur Intergration und Realisierung von PtX-Verfahren (2)

• die wesentlichen Schritte des Projektmanagements zur Realisierung eines PtX-Verfahrens zu kennen (1) • systemische Aspekte von PtX-Verfahren zu kennen (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • PtX-Verfahren im Rahmen einer nachhaltigen Energie- und Rohstoffversorgung zu diskutieren (2) • PtX-Aufgabenstellungen klar zu beschreiben (3) • als Teammitglied in PtX-Projekten konstruktiv und lösungsorientiert zu arbeiten (2) • komplexe Aufgabenstellungen zu strukturieren (2) • ökologische und ökonomische Aspekte einer Energieversorgung abzuwägen (1)
Angebotene Lehrunterlagen
Seminar- /Vorlesungsunterlagen
Lehrmedien
Text- und Bildmaterial, Diagramme, Videosequenzen, Rechner / Beamer, Tafel
Literatur
• Michael Sterner, Ingo Stadler: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springer-Verlag, 2014 • Klaus H. Weber: Engineering verfahrenstechnischer Anlagen: Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen, Springer-Verlag, Berlin, 2016 • Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik: PtX-Atlas: Weltweite Potenziale für die Erzeugung von grünem Wasserstoff und klimaneutralen synthetischen Kraft- und Brennstoffen, https://www.energie.fraunhofer.de

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul	TM-Kurzbezeichnung
Wasserstoff im Transportsektor (Hydrogen in the transportation sector)	WIT
Verantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. Johannes Eckstein	Maschinenbau
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz
Prof. Dr. Hans-Peter Rabl	jedes 2.Semester
Lehrform	
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen	

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6./7.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung (90 min)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (s. Seite 2)

Inhalte
• Bedeutung und Auswirkungen des Transportsektors auf Gesellschaft und Umwelt • Bedeutung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten für die Anwendung im Transportsektor • Einführung in die Funktionsweise von Land- und Wasserfahrzeugen und Systembetrachtungen zu Energiebedarf und Antriebsstrang • Funktionsweise und Auslegung von Energiewandlungssystemen für mobile Anwendungen • Funktionsweise und Auslegung von Systemen für Speicherung, Transport und Betankung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Funktionsweise von Land- und Wasserfahrzeugen zu verstehen (1), bestehende Lösungen zu analysieren (2), den Energiedarf bei Fahrmanövern und zusätzlichen Verbrauchern zu ermitteln (2) und entsprechende Energiewandler- und Speichersysteme auszulegen (3) • die Potenziale und Grenzen für die Nutzung von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in mobilen Anwendungen systemisch zu betrachten (3) • technische Lösungen zu evaluieren (3); Wirkmechanismen und Gesetzmäßigkeiten darzustellen (3); eigene Designkriterien für neue Systeme vorzuschlagen (3) • Methoden zur Erfüllung künftiger Anforderungen abzuleiten (3)

das Zusammenwirken verschiedener technischer Lösungsansätze unter Berücksichtigung der Anforderungen (Drehmoment, Akustik, Verbrauch, Emissionen, ...) zu analysieren (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, - ihren eigenen Kenntnisstand im Verhältnis zum Fachgebiet realistisch einzuschätzen (3) - Beitrag, Bedeutung und Auswirkung des Transportsektors auf individuelle Mobilität, Transportleistung, Energienutzung, Umweltauswirkungen und Gesellschaft selbstständig zu evaluieren (3) - Rolle und Potenzial von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten im Bereich der Energiewende und der Sektorenkopplung kritisch einzuschätzen (3) - technische Lösungen zur Einhaltung aktueller und zukünftiger gesetzlicher Vorschriften für Sicherheit, Emissions- und Klimaschutz zu entwickeln (3)
Angebote Lehrunterlagen
Präsentationsunterlagen, Skript, Übungsaufgaben
Lehrmedien
Rechner / Beamer, Tafel
Literatur
- Valeria-Medina, Augustin: Techno-Economic Challenges of Green Ammonia as an Energy Vector: Academic Press by Elsevier, 2021, ISBN 978-0-12-820560-0 - Asinger, Friedrich: Methanol – Chemie und Energierohstoff. Springer-Verlag, Berlin, 1986, ISBN 3-540-15864-2 - Eichlseder, Helmut: Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik. 3. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012. ISBN 978-3-8348-1754-9 - Schmidt, Thomas: Wasserstofftechnik - Grundlagen, Systeme, Anwendung, Wirtschaft. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Hanser, München, 2022. ISBN: 978-3-446-47228-0 - Turns, Stephen R.: An Introduction to Combustion - Concepts and Applications. McGraw-Hill, 4. Auflage, New York, 2021. ISBN 978-1-260-57552-1 - Ehsani, Mehradi: Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. 3. Auflage CRC Press, 2018, ISBN 9781498761772

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Nachhaltigkeit, Ökobilanz und Betriebswirtschaft (Sustainability, Life Cycle Assessment, Business Administration)		NÖB
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann Prof. Dr. Ulrike Phleps	Maschinenbau Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
7.	3.	Pflicht	4

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Nachhaltigkeit, Ökobilanz und Betriebswirtschaft	4 SWS	4

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Nachhaltigkeit, Ökobilanz und Betriebswirtschaft (Sustainability, Life Cycle Assessment, Business Administration)		NÖB
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann Prof. Dr. Ulrike Phleps	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann Brigitte Kauer (LB) Prof. Dr. Björn Lorenz Prof. Dr. Ulrike Phleps	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminar (3 SWS) und Übung (1 SWS)		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
7.	4 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	60 h

Studien- und Prüfungsleistung
Portfolioprfung
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte
Grundlagen des Rahmens und der Facetten der Betriebswirtschaftslehre: • ausgewählte Denk-, Argumentationstechniken und Methoden Betriebswirtschaftslehre: • Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre und ihre Bedeutung für den Ingenieur, • Wirtschaft und wirtschaftliches Prinzip, Ökonomisches Prinzip • Betrieb und Unternehmung, Betriebstypologie, Rechtsformen der Unternehmung, Zielsetzung der Betriebe, • Überblick über den organisatorischen Aufbau des Industriebetriebes, Organisationsformen, Stellenorganisation im Industriebetrieb, • Standortentscheidungen, Standortfaktoren, Nutzwertanalyse, • Betriebliche Funktionen von der Unternehmensführung bis zum Rechnungswesen, • Wertschöpfungskette und ggf. Geschäftsmodelle • Führungsaufgaben, Führungsstile, Mitarbeiterführung • Produktionstheorie, Produktionsfaktoren, Nutzungsdauer, Kapazität • Betriebsmittel und Kapazität, Werkstoffe und Bestellung, Materialwirtschaft • Fertigung, Produktionsstrukturen, Fertigungstypen, Organisationstypen der Fertigung, und, ggf., Losgrößen • Betriebliche Leistungserstellung (Produktion) in Beschaffung, Lagerhaltung, • ggf. ABC- und XYZ- Analyse, • ggf. Lieferantenmanagement, ggf. Make or Buy-Entscheidungen, • ggf.: Arbeit, Lohnformen, Mitbestimmung, • Kennzahlen, wie ggf. z.B. Anlagenintensität, Produktivität, Wirtschaftlichkeit, Gewinn, Rentabilität mit Bezug zur Effektivität und Effizienz, • ggf. Economies of scale und Degressionseffekt • Innovationsmanagement • ggf. Grundbegriffe des Marketings in Bezug auf NBB-Themen • Industrie 4.0, Cyber-Physische Systeme in Bezug auf NBB- Themen Grundlagen des Rahmens und der Facetten der Nachhaltigkeit und Ökobilanz: • Nachhaltigkeit, Bilanzierung • Evaluierungsmethoden der Ökonomie & Ökologie: Parameter Geld $\Leftrightarrow$ CO₂eq / Methoden mit Aufbau, Herangehensweise, Qualität • Rückkopplung / LCC / LCA (CO₂eq, Schadstoffe, Wasser, ...)
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Grundlagen des Rahmens und der Facetten der Betriebswirtschaftslehre anzugeben (1), • ausgewählte Denk- und Argumentationstechniken der Betriebswirtschaftslehre und ausgewählte zugehörige Methoden zu benutzen (2), • ausgewählte Gegenstände und Grundtatbestände der Betriebswirtschaftslehre und des Betriebes, Ökonomische Grundlagen, Ökonomisches Prinzip, Unternehmensziele, Betriebliche Funktionen, Wertschöpfungskette und ggf. Geschäftsmodelle zusammenzustellen (1), zu bewerten (4) und zu diskutieren (3), • einen Betrieb, die Betriebstypologie, Rechtsformen, Zielsetzung, Produktionstheorie, Produktionsfaktoren, Nutzungsdauer, Kapazität zu analysieren und bewerten (3, 4), • Führungsaufgaben, Führungsstile, Mitarbeiterführung, anzugeben, auszuwählen und zu evaluieren (1, 2, 3),

- Fertigungstypen, Organisationstypen der Fertigung, organisatorischem Aufbau des Industriebetriebes, Organisationsformen, Stellenorganisation im Industriebetrieb anzugeben, auszuwählen und zu evaluieren (3),
- Betriebsmittel und Kapazität, Werkstoffe und Bestellung zu analysieren (3),
- Standortwahl und Durchführung einer Nutzwertanalyse auszuführen, zu analysieren und zu bewerten (2, 3),
- die betriebliche Leistungserstellung, Wertschöpfungsprozess und -kette, Produktionsfaktoren (Betriebsmittel, Werkstoffe, Arbeit, ...), Materialwirtschaft, Produktionsstrukturen zusammenzustellen, zu analysieren und bewerten (1, 2, 3, 4),
- Beschaffung und Lagerhaltung, Materialbestellung und ggf. Losgrößen zu analysieren (3),
- ggf.: ABC- und XYZ- Analyse auszuarbeiten, zu interpretieren und zu bewerten (2, 3, 4),
- ggf.: Arbeit, Lohnformen, Mitbestimmung zu untersuchen (2),
- typische Kennzahlen, wie ggf.: z.B. Anlagenintensität, Produktivität, Wirtschaftlichkeit, Gewinn, Rentabilität mit Bezug zur Effektivität und Effizienz zu berechnen und zu bewerten (3),
- ggf.: Produktivität und Wirtschaftlichkeit und deren Zusammenhänge zur Effektivität und Effizienz zu unterscheiden, zu analysieren und zu bewerten (3),
- ggf.: Economies of scale und Degressionseffekt zu analysieren und zu evaluieren (3),
- Innovationsmanagement darzustellen (3),
- ggf.: Funktionen, Gesetzmäßigkeiten und Abhängigkeiten bzgl. Make-or-Buy, Lieferantenmanagement und Marketing in grundlegender Form darzustellen und zu beurteilen (3),
- Zusammenhang von Industrie 4.0, Cyber-Physische Systeme (CPS) und Themen der Betriebswirtschaft zu nennen (1),
- die Klimaauswirkungen ihres professionellen Wirkens abzuschätzen, mit open-source-Datenbanken und Software abzuschätzen (2,3),
- Die Studierenden haben dies an einer konkreten Projektaufgabe ausgetestet (1,2,3,4),
- Kenntnis und erste Erfahrungen von Kostenarten und Kostenschätzmethoden (1,2).

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- interdisziplinäre Bedeutung von NBB- Themen zu nennen (1),
- fachübergreifende Auswirkungen ihres Handelns auch bei vorliegenden Informationsasymmetrien anzugeben (1) und betriebliche Situationen kritisch aus NBB-Blickwinkeln zu analysieren und zu reflektieren (3),
- sachgerechte Positionen aus NBB-Sicht in Planungs- und Entscheidungsprozessen zielgruppenorientiert zusammenzustellen, einzubringen und darzustellen (3),
- in Gruppen oder Organisationen Verantwortung zu Themen aus NBB zu übernehmen und diese aus sowohl aus ethischen als auch aus modernen Digitalisierungsaspekten heraus zu reflektieren und zu analysieren (3),
- Entscheidungen und Handlungsalternativen aus NBB-Sicht zu entwickeln, zu begründen und darzustellen (3),
- ethische Auswirkungen der Entscheidungen im betriebswirtschaftlichen und NBB- Kontext zu analysieren und zu reflektieren (3),
- anwendungs- und forschungsorientierte Fragestellungen aus dem NBB-Umfeld wissenschaftlich fundiert und weitgehend selbstgesteuert auszuarbeiten (2,4),
- ausgewählte Denk- und Argumentationstechniken der Betriebswirtschaftslehre bzw. dem Umfeld NBB auch in neuen Situationen zu benutzen, methodisch und eigenverantwortlich anzuwenden (2),
- eigenständig Dilemma-Situationen im betriebswirtschaftlichen und NBB-Kontext zu erkennen und handzuhaben (2),

• Auswirkungen, Chancen, Herausforderungen der Digitalisierung im betriebswirtschaftlichen und NBB-Kontext anzugeben (1), • die Klimaauswirkungen ihres professionellen Wirkens abzuschätzen, mit open-source-Datenbanken und Software abzuschätzen (2,3), • Die Studierenden haben dies an einer konkreten Projektaufgabe ausgetestet (1,2,3,4).
Angebote Lehrunterlagen
Skript, Unterlagen auf E-Learning-Plattform
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur
• Jung: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, De Gruyter Oldenbourg • Sturm: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Oldenbourg • Thommen/Achleitner/Gilbert/Hachmeister/Kaiser/Jarchow: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, SpringerGabler • Wöhe/Döring/Brösel: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Vahlen

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Praktikum Energie- und Wasserstoff (Energy and Hydrogysystem: Laboratory Excersises)		PEW
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	3.	Pflicht	3

Verpflichtende Voraussetzungen
keine

Inhalte
siehe Teilmodul(e)

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Praktikum Energie- und Wasserstoff	4 SWS	3

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Praktikum Energie- und Wasserstoff (Energy and Hydrogysystem: Laboratory Excersises)		PEW
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Andreas Lesser	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	in jedem Semester	
Lehrform		
Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	4 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	50 h

Studien- und Prüfungsleistung
Praktischer Leistungsnachweis, Teilnahme mit Erfolg
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte
• Praktische Ausbildung an Anlagen, Prüfständen und Maschinen • Praktischer Einsatz unterschiedlicher Versuchs- und Messtechniken • Einsatz von Rechnern (PC) zur Steuerung, Messwerterfassung und Auswertung • Anwendung theoretischer Gesetzmäßigkeiten zur Auswertung von Messdaten • Darstellung der Messergebnisse in Form von Kennlinien oder Diagrammen • Arbeit mit gemessenen Kennlinien und Kennfeldern Diskussion der Versuchserkenntnisse
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • Versuche an unterschiedlichen Maschinen und Anlagen vorzubereiten (2) und durchzuführen (3). • Messdaten aufzunehmen (2) und zu interpretieren (3) sowie diese in Form von Versuchsberichten zu dokumentieren (2) • aus den Versuchsergebnissen und theoretischem Wissen Rückschlüsse auf die untersuchten Prozesse und Anlagen zu ziehen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • die Durchführung der Versuche und deren -auswertung selbstständig im Team zu organisieren (2) • die Versuchsergebnisse vor der Gruppe vorzustellen (2) und zu diskutieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Kurs E-Learning-Plattform Skripte, Fachliteratur
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel
Literatur

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Projektarbeit (Student Project)		PA
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Gschwendner	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	3.	Pflicht	6

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Projektarbeit	4 SWS	6

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Projektarbeit (Student Project)		PA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Gschwendner	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dozent-Innen der Fakultät M	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Projekt		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
6.	4 SWS	deutsch	6

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	120 h

Studien- und Prüfungsleistung
Studienarbeit mit Präsentation (40 Minuten) Das Modul PA wird in den Studiengängen MB, PA und NEW gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte
• Projektorganisation, Projektstrukturierung, Projekt-Controlling • Fallbeispielorientierte Problem- und Zielanalyse • Datenerhebung und -darstellung, Schwachstellenanalyse • Zielorientierte Problembearbeitung und -lösung im Team unter Berücksichtigung von methodischen, systemtechnischen und wertanalytischen Vorgehensweisen • Systematische Dokumentation der Ergebnisse und Präsentation des Projekts
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • das im Studium erworbene interdisziplinäre Fach- und Methodenwissen unter Anleitung flexibel anzuwenden (3) • digitale Medien zur Informationsbeschaffung zu nutzen (3) • bei der Ideenfindung im Team zu kooperieren (2) • eine konkrete Problemstellung systematisch zu analysieren, Lösungsvarianten zu entwickeln, zu bewerten und umzusetzen (3) • gruppenintern und mit externen Wertschöpfungspartnern effektiv zu kommunizieren (2)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, • im Team zu kooperieren, Aufgaben zu verteilen und die Projektdurchführung zu planen (3) • sich selbständig und eigenverantwortlich in neue Themen einzuarbeiten (3) • die Bedeutung des Entwicklungsprozesses für die ökonomische Wertschöpfungskette zu erkennen (3) • die Notwendigkeit der Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse für ressourcenschonende und energieeffiziente Entwicklungen zu erkennen (3) • ethische Aspekte und gesellschaftlichen Sanktionen bei Schäden an Leib, Leben, Gesundheit und Eigentum von Menschen durch Produkte grundsätzlich zu verstehen (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher
Lehrmedien
Overheadprojektor, Rechner/Beamer, Exponate
Literatur
Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden