WiSe
2026/27

HOCHSCHULE COBURG | FAKULTÄT Elektrotechnik und Informatik

Modulhandbuch

FÜR DEN BACHELORSTUDIENGANG
ENERGIETECHNIK UND ERNEUERBARE ENERGIEN (EN) -
GÜLTIG FÜR STUDIENANFÄNGER AB WINTERSEMESTER (WISE) 20/21

Stand 01.10.2026 – gültig für WiSe 2026/27 – SPO EN ab 2020 - Änderungen vorbehalten!

Studienverlaufsplan für den Bachelorstudiengang **Energietechnik und Erneuerbare Energien** - ab Wintersemester 2020/21

ECTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Mathematik 1										Gleich- und Wechselstromlehre + Elektrisches Feld								Technische Informatik				Programmieren 1				Ringvor-lesung EE*		Laborpraxis	
2	Mathematik 2						Magnetisches Feld und Induktion						Elektronische Bauelemente					Elektrische Messtechnik					Digitaltechnik				Programmieren 2			
3	Mathematik 3				Elektrische Antriebe, Netze, Sicherheit						Schaltungstechnik				Mikrocomputertechnik				Signale und Systeme				Physik						Math. An-wendungs-software**	
4	*Praxisbegleitende Lehrveranstaltungen*					*Praxis-Seminar*					*Praxisphase (Industriepraktikum)*																			
5	Regelungstechnik					Technical English					Thermodynamik					Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik					Hochspannungstechnik				Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul 1			
6	Elektrische Energieverteilung					Elektrische Energiespeicher					Intelligente Energiesysteme					Elektrische Energiewandlung					Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul 2				Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul 3			
7	Bachelorarbeit												Bachelorseminar			Interdis. Quali.***		Ing. Projekt ****			Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul 4				Fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul 5			

Hinweise: Die Zahlen oberhalb der Fächerübersicht geben die Anzahl der ECTS-Creditpoints an. In Summe ergeben sich 210 ECTS-Punkte.
Die Anzahl der Semesterwochenstunden = SWS sind im Studienplan aufgeführt.

** Ringvorlesung "Erneuerbare Enerien "*
*** Mathematische Anwendungssoftware*
**** Interdisziplinäre Schlüsselqualifikation*
***** Ingenieurswissenschaftliches Projekt*

Vorbemerkungen

Ein ECTS-Leistungspunkt nach dem „European Credit and Accumulation Transfer System“ entspricht einer Arbeitsbelastung von 30 Stunden pro Semester.

Die Erläuterungen zu den formalen Zulassungsvoraussetzungen für die einzelnen Module finden Sie in der Studien- und Prüfungsordnung (SPO) des Studiengangs.

Bitte beachten:

Im Modulhandbuch werden alle Module aufgeführt, für welche im jeweiligen Semester Prüfungen angeboten werden, dabei müssen sie nicht zwingend in diesem Semester gelehrt werden.

Wahlpflichtmodule:

Gemäß Studienplan können auch fachwissenschaftliche Pflicht- und Wahlpflichtmodule als fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul belegt werden, welche für die Studiengänge Elektro- und Informationstechnik (EL), Energietechnik und Erneuerbare Energien (EN) sowie Informatik (IF) angeboten werden.

Gefährdungsbeurteilung nach §10 Mutterschutzgesetz:

Für jedes Modul existiert eine anlassunabhängige Gefährdungsbeurteilung gemäß §§ 10ff Mutterschutzgesetz (MuSchG). Danach werden die Module nach
grün = „wählbar ohne Einschränkungen“,
gelb = „wählbar mit Einschränkungen, individuelle Absprache nötig“ und
rot = „nicht im Sinne des MuSchG studierbar“
beurteilt.

Die einzelnen Gefährdungsbeurteilungen finden Sie in den entsprechenden Laboren.

Zentrale Anlaufstelle für eine Beratung schwangerer oder stillender Studentinnen ist das Familienbüro der Hochschule Coburg. Hier finden Sie auch eine Übersicht zur Gefährdungsbeurteilung.

Studienziel:

Ziel des Bachelorstudiums ist die Vermittlung der Befähigung zur selbständigen Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden im Bereich der Energietechnik und erneuerbaren Energien. Im Hinblick auf die Breite und Vielfalt der Energietechnik und Erneuerbaren Energien, die eine umfassende Grundlagenausbildung erfordert, soll das Studium dazu befähigen, sich rasch in eines der zahlreichen Anwendungsgebiete einzuarbeiten. 3Der Bachelorabschluss befähigt insbesondere zur Übernahme anwendungsorientierter Fach– und Führungsaufgaben im Bereich der Energietechnik und erneuerbaren Energien.

Inhaltsverzeichnis

1. Grundstudium 5
Digitaltechnik 5
Elektrische Antriebe, Netze und Sicherheit 7
Elektrische Messtechnik 10
Elektronische Bauelemente 12
Gleich- und Wechselstromlehre und statisches elektrisches Feld 15
Laborpraxis 17
Magnetisches Feld und Induktion 19
Mathematik 1 21
Mathematik 2 23
Mathematik 3 25
Mathematische Anwendungssoftware 27
Mikrocomputertechnik 29
Physik 33
Programmieren 1 35
Programmieren 2 37
Ringvorlesung Erneuerbare Energien 39
Schaltungstechnik 41
Signale und Systeme 43
Technische Informatik 45
2. Praktisches Studiensemester 47
Praxisbegleitende Lehrveranstaltung 47
Praxisseminar 47
3. Vertiefungsstudium 49
3.1 Pflichtmodule 49
Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik 49
Elektrische Energieverteilung 51
Elektrische Energiespeicher 54
Elektrische Energiewandlung 57
Hochspannungstechnik 60
Intelligente Energiesysteme 63
Interdisziplinäre Schlüsselqualifikation 66
Regelungstechnik 68
Technical English 70
Thermodynamik 72

3.2 Wahlpflichtmodule ... 74
Angewandte Numerische Strömungssimulation CFD ... 74
Ausgewählte Themen der Erneuerbaren Energien ... 77
Automatisierungstechnik 1 ... 79
Automatisierungstechnik 2 ... 82
Autonome Eingebettete Systeme ... 85
Computermesstechnik ... 88
Defensive Security Mechanisms ... 90
Eingebettete Betriebssysteme ... 92
Elektromaschinenbau ... 95
Fortgeschrittene Programmierung ... 97
IT-Sicherheit ... 99
Künstliche Intelligenz 1 ... 102
Künstliche Intelligenz 2 ... 104
Motion Control ... 106
Netz- und Betriebsmitteldiagnose ... 109
Photovoltaik ... 112
Projekt Erneuerbare Energien 1 ... 114
Projekt Erneuerbare Energien 2 ... 116
Regelung elektrischer Antriebe und Stromrichter ... 118
Regelungstechnik 2 ... 121
Seminar wissenschaftliches Arbeiten ... 123
Signalprozessoren ... 125
Softwareentwurf in der Automatisierungstechnik ... 129
Strömungsmechanik ... 132
Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation ... 134
Wasserstoffbasierte Energieträger und Technologien ... 136
Windenergie ... 139
4. Abschlussarbeiten ... 141
Bachelorarbeit ... 141
Bachelorseminar ... 142
Ingenieurswissenschaftliches Projekt ... 144

1. Grundstudium

Modulbezeichnung	**Digitaltechnik**
Kürzel	Dt
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungen (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	4 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Dozent(in)	Prof. Dr. Bettina Friedel Prof. Dr. Matthias Mörz, Prof. Dr. Matthäus Brela, Prof. Dr. Jochen Merhof
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Technischen Informatik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Nach der Veranstaltung können die Studierenden • sicher den Aufbau, die Funktionsweise und das Verhalten digitaler Grundschaltungen und Standardschaltnetze beschreiben • ein Oszilloskop und einen Logikanalysator zur Analyse von Logikschaltungen einsetzen • verschiedene Speichertypen und programmierbare Logikbausteine beschreiben und beurteilen • Verfahren zur Codierung von Signalen anwenden • verschiedene Recheneinheiten aufbauen und beurteilen • Zähler- und Frequenzteilerschaltungen analysieren und aufbauen • die Automatentheorie, Zustandsgraphen und Schaltwerkentwurfsmethoden sicher einsetzen • Schaltnetze, Schaltwerke und Zustandsautomaten systematisch entwerfen und in Hardware aufbauen

Lehrinhalte	• Aufbau von digitalen Grundschaltungen • Logikgatter und FlipFlops • Logikpegel und I/O-Standards • Gatterlaufzeiten und Gatterübergangszeiten • Entstehung von Hazards und deren Vermeidung • Standardschaltnetze: Multiplexer/De-Multiplexer, Encoder/Decoder, Komparatoren, Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer, ALU • Rückgekoppelte Schaltnetze und FlipFlops • Asynchrone und Synchrone Zähler, Frequenzteiler • Aufbau des Logikanalysators • Messung und Analyse digitaler Signale mit dem Oszilloskop und dem Logikanalysator • Aufbau von programmierbare Logikbausteine: PLD, CPLD, FPGA • Aufbau von Speicherbausteinen: ROM, EEPROM, Flash-EPROM, SRAM, DRAM, SDRAM • Einführung in die Automatentheorie • Entwurf von Zustandsautomaten mit Zustandsfolgetabelle und Zustandsgraph • Grundlagen der Codierung • Anwendungen von Leitungscodes • Grundlagen der Quellen- und Kanalcodierung: Kompression von Daten, Erkennung und Korrektur von Übertragungsfehlern
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Studienarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Beamer, Präsentationsfolien, Tafel/Whiteboard, Veranstaltungsunterlagen in elektronischer Form, Nutzung eines e-Learning-Systems, Berechnungs- und Simulationsprogramme
Literatur:	Fricke, Klaus: Digitaltechnik – Lehr- und Übungsbuch für Elektrotechniker und Informatiker, 8. Auflage, Springer-Verlag, 2018 Beuth, Klaus: Digitaltechnik – Elektronik 4, 14. Auflage Vogel-Verlag, 2019 Dankmeier, Wilfried: Grundkurs Codierung, 4. Auflage, Vieweg-Verlag, Springer-Verlag 2017

Modulbezeichnung	**Elektrische Antriebe, Netze und Sicherheit**
Kürzel	EANz
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Dozent(in)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Kenntnisse der komplexen Wechselstromrechnung, Zeigerdiagramme, Grundkenntnisse der magnetischen Feldkreise und Kopplungen sowie der elektronischen Bauelemente, Grundkenntnisse der Zusammenhänge der mechanischen Größen.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden können die Grundlagen und Wirkungsweise der Gleichstrommaschinen und der Stromrichter für die Gleichstrommaschinen erläutern. Sie können das Drehstromsystem und den Aufbau, der Drehstrom-Asynchron- und Synchronmaschinen erläutern und verstehen. Sie können diverse Kennlinien und Zeitverläufe der oben genannten Komponenten zeichnen und anwenden. Sie können anhand gelernter Betriebseigenschaften der oben genannten Komponenten einfache elektromechanische Aufgabenstellungen analysieren und elektrische und mechanische Größen für stationäre Betriebszustände berechnen. Im Teilgebiet Netze erlernen die Studierenden die Grundzüge der elektrischen Energieübertragung und Leistungsbetrachtung im Drehstromnetz. Sie kennen Vor- und Nachteile verschiedener Netzformen und deren Sicherheitsaspekte, sind vertraut mit Berechnungsverfahren

	von Kurzschlussströmen, Spannungsabfällen und Dimensionierungen von Kabeln.
Lehrinhalte	• Gleichstrommaschine Aufbau und Wirkungsweise, Ankerwicklung einer Gleichstrommaschine, Luftspaltfelder und Betriebsverhalten, Spannungserzeugung und Drehmoment, Arten der Gleichstrommaschinen, Kennlinien und Steuerung von Gleichstrommaschinen, Leerlaufkennlinie, Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie, Verfahren zur Drehzahländerung, Aufbau und Wirkungsweise der Stromrichter für Antriebe mit Gleichstrommaschine wie Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Gleichstromsteller (Vierquadrantensteller). • Drehstromsystem Symmetrisches Drehstromsystem, Unsymmetrisches Drehstromsystem, Ströme und Spannungen der symmetrischen und unsymmetrischen Systeme. Drehstromleistung, Leistungsfaktor • Drehstrom-Asynchronmaschine Erzeugung von magnetischen Drehfeldern, Räumlich versetzte Wicklungen, Aufbau und Wirkungsweise der Asynchronmaschine, Spannungsgleichungen und Ersatzschaltung, Leistungsbilanz, Drehzahl- bzw. Schlupf-Drehmoment-Kennlinie, Drehzahlsteuerung von Asynchronmaschine, Betriebsbereich der Drehstrom-Asynchronmaschine, Anlassen, Sonderbauformen des Käfigläufers. • Drehstrom-Synchronmaschine Aufbau und Wirkungsweise, Ersatzschaltbild und Zeigerdiagramm der Vollpolmaschine, Stationärer Insel- und Netzbetrieb der Vollpolmaschine, V-Kurven der Vollpolmaschine, Drehmoment und Stabilität der Vollpolmaschine, Aufbau und Sonderheiten der Schenkelpolmaschine, Drehmoment und Stabilität der Schenkelpolmaschine. • Teilgebiet Netze und Sicherheit Formen der Energieübertragung (Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom), Leistung und Leistungsmessung im Drehstromnetz. Kurzschlussrechnung (symmetrisch und einfache Fälle des unsymmetrischen KS). Netzformen (TN, TT, IT), Sicherungselemente, Schutzbestimmungen. Aufbau von Kabeln, Verlegungsarten, Spannungsfallberechnungen.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Studienarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Overhead/Beamer / Visualizer / Whiteboard

	Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, praktische Übungen am Prüfstand im Labor
Literatur:	- Rolf Fischer, Elektrische Maschinen, Karl Hanser Verlag München - Helmut Späth, Elektrische Maschinen und Stromrichter, Verlag Braun Karlsruhe - Johannes Teigelkötter, Energieeffiziente elektrische Antriebe, Springer Verlag - Joachim Specovius, Grundkurs Leistungselektronik, Springer Verlag - Germar Müller und Bernd Ponik, Grundlagen elektrischer Maschinen, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA - Gerhard Kiefer, VDE 0100 und die Praxis; VDE Verlag - Ismail Kasikci, Projektierung von Niederspannungs- und Sicherheitsanlagen, Hüthig und Pflaum - Klaus Heuck, Klaus-Dieter Dettmann; Elektrische Energie-versorgung; Vieweg-Verlag

Modulbezeichnung	**Elektrische Messtechnik**
Kürzel	EMt
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bernd Hüttl
Dozent(in)	Prof. Dr. Bernd Hüttl, Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Elektrotechnische und physikalische Grundkenntnisse, Taylor- und Fourier-Reihenentwicklung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen • Die Studierenden verfügen über ein Grundverständnis der Problematik und der Bedeutung des technischen Messens. • Sie kennen wichtige Ursachen von Messabweichungen und können die Auswirkungen der Messunsicherheit auf Messergebnisse berechnen und einschätzen. • Sie verstehen die Funktionsweise der für die Elektrotechnik wichtigsten analogen und digitalen Messgeräte, deren Einsatzgebiete und Grenzen. • Sie sind vertraut mit der Messung der grundlegenden elektrischen Messgrößen und den wichtigsten Messverfahren. • Für die Klasse der periodischen Messgrößen kennen sie mittelwertbildende und spektrale Messwerte. • Außerdem verfügen sie über ein Grundverständnis der digitalen Messtechnik.
Lehrinhalte	• **Messunsicherheit und Fehlerfortpflanzung** Messabweichungen und Messunsicherheit, systematische und zufällige Messabweichungen, Messabweichung als

	Zufallsprozess, Gaußsche Fehlerfortpflanzung, worst-case-Abschätzung. • **Messgeräte** Messprinzip, Aufbau und Kenngrößen analoger und digitaler Vielfachmessgeräte, Prinzip und Bedienung des analogen und des digitalen Oszilloskops. • **Grundlegende Messverfahren** Strom-/Spannungsmessung, Messbereichserweiterung und Messbrücken, Messung von Widerstand und Leistung, Zeit und Frequenz und ggf. weitere Größen. • **Periodische Messgrößen** Mittelwertbildende Messwerte aus dem Zeitverlauf, Transformation in den Frequenzbereich, Darstellung periodischer Messgrößen als Spektren und daraus abgeleitete Messwerte, Zusammenhänge zwischen Zeitverlauf und Spektrum. • **Digitale Messtechnik** Abtastung und Amplitudenquantisierung, Quantisierungsunsicherheit, Analog/Digitalumsetzer • **Praktikumsversuche** Vertiefung der theoretisch erarbeiteten Inhalte wie z.B. grundlegende Messverfahren, Kenngrößen periodischer Messsignale.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise
Medienformen:	Beamer und Tafel/Whiteboard, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, Praktikumsversuche im Labor
Literatur:	T. Mühl: Einführung in die elektrische Messtechnik B.G. Teubner R. Parthier: Messtechnik Vieweg+Teubner R. Lerch: Elektrische Messtechnik Springer

Modulbezeichnung	**Elektronische Bauelemente**
Kürzel	ElBau
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h , Selbststudium: 90h
Fachsemester	2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Alexander Stadler
Dozent(in)	Prof. Dr. Alexander Stadler
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Gleich- und Wechselstromlehre + Elektronisches Feld (GE 1), Mathematik 1
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen: Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage • die Leitungsmechanismen und die Grundstrukturen in Halbleitern zu verstehen, • wichtige Eigenschaften der Halbleiterbauelemente zu berechnen, • mit den Kennlinien der Halbleiterbauelemente zu arbeiten und • Grundschaltungen mit den Halbleiterbauelementen aufzubauen und zu analysieren. Methodenkompetenzen: Mit dem Besuch der Veranstaltung können die Studierenden die interdisziplinären physikalischen und elektrotechnischen Grundlagen gezielt zur Analyse der Leitungsmechanismen in elektronischen Bauelementen anwenden. Sie verstehen den Aufbau praktischer Schaltungen und sind in der Lage, die wesentlichen Funktionsparameter sowohl mit Hilfe der Simulation als auch anhand von Labormessungen zu

	bestimmen. Zur Vertiefung und zum besseren Verständnis erfolgt im Praktikumsteil hierzu die messtechnische Untersuchung einiger wichtiger Halbleiterbauelemente.
Lehrinhalte	• Einleitung (Elektronik und elektronische Bauelemente, begriffliche Einordnung, Abgrenzung und Unterteilung, historische Entwicklung, wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Bedeutung) • Physikalische Grundlagen der Halbleiterelektronik (Ladungsträger in Halbleitern, pn-Übergang und Diode, Metall-Halbleiter-Übergänge, MOS-Struktur) • Halbleiterdioden (Arbeiten mit Kennlinien, Gleichrichterdiode, Schaltdiode, Z-Diode, Varaktordioden, Schottkydiode, Tunneldiode, Mikrowellendioden, Photodiode, Solarzelle, Leuchtdiode und Laserdiode) • Transistoren (Bipolartransistor, Feldeffekttransistoren, Spezialtransistoren) • Thyristoren (Aufbau und Wirkungsweise, elektrische Eigenschaften, Sonderformen – GTO, TRIAC, DIAC) • Operationsverstärker (Eigenschaften, Prinzip der Gegenkopplung, Grundschaltungen, innerer Aufbau, Offset-Kompensation, Frequenzgang und Frequenzgangkorrektur, Slew-Rate)
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Teilprüfung 90 Min. und praktische Teilstudienarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Beamer, Whiteboard, gedrucktes Vorlesungsskript mit Übungsaufgaben, elektronisch bereitgestelltes Begleitmaterial
Literatur:	E. Böhmer, Elemente der Elektronik – Repetitorium und Prüfungstrainer: Ein Arbeitsbuch mit Schaltungs- und Berechnungsbeispielen, Vieweg+Teubner Verlag, 6. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 2005, ISBN-10: 352854189X E. Böhmer, D. Ehrhardt, W. Oberschelp, Elemente der angewandten Elektronik: Kompendium für Ausbildung und Beruf, Vieweg+Teubner Verlag, 15. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2007, ISBN-10: 3834801240 H. Göbel, Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, Verlag Springer Vieweg, 5. aktualisierte Auflage, 2014, ISBN-10: 3642538681 H. Göbel, H. Siemund, Übungsaufgaben zur Halbleiter-Schaltungstechnik, Verlag Springer Vieweg, 3. Auflage, 2014, ISBN-10: 3642539025

	S. Goßner, Grundlagen der Elektronik – Halbleiter, Bauelemente und Schaltungen, Shaker-Verlag, 8. ergänzte Auflage, 2011, ISBN-10: 3826588258 R. Müller, Bauelemente der Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, 4. überarbeitete Auflage, 1991, ISBN-10: 3540544895 R. Müller, Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, 7. durchgesehene Auflage, 2008, ISBN-10: 3540589120 M. Reisch, Elektronische Bauelemente: Funktion, Grundschaltungen, Modellierung mit SPICE, Springer-Verlag, 2. Auflage, 2006, ISBN-10: 3540340149 M. Reisch, Halbleiter-Bauelemente, Springer-Verlag, 2. bearbeitete Auflage, 2007, ISBN-10: 3540731997 F. Thuselt, Physik der Halbleiterbauelemente: Einführendes Lehrbuch für Ingenieure und Physiker, Springer-Verlag, 2. Auflage, 2011, ISBN-10: 3642200311 U. Tietze, C. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002, ISBN-10: 3540428496

Modulbezeichnung	**Gleich- und Wechselstromlehre und statisches elektrisches Feld**
Kürzel	GuW
Lehrform / SWS	6 SWS, Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übungen
Leistungspunkte	8 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 120 h, Selbststudium: 120 h
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bernd Hüttl
Dozent(in)	Prof. Dr. Bernd Hüttl, Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Beherrschung von Geometrie, Algebra, linearer Gleichungssysteme und komplexer Zahlentheorie; Kenntnisse der Integral- und Differentialrechnung sowie der Vektorrechnung; Grundkenntnisse der Physik auf Abiturniveau
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachlich-methodische Kompetenzen:** • Die Studierenden beherrschen die grundlegenden physikalischen Größen zur Beschreibung elektrischer Felder und zur Beschreibung der linearen elektrischen Gleich- und Wechselstromtechnik. • Sie verstehen die Grundgleichungen zur Beschreibung elektrischer Felder und können Felder einfacher Geometrien berechnen. • Sie kennen die Maxwellschen Gleichungen in der vektoranalytischen Darstellung und verstehen deren Bedeutung. • Sie lernen den Aufbau einfacher Gleich- und Wechselstromnetzwerke basierend auf linearen Zweipolen und elektrischer Quellen kennen und beherrschen die Grundregeln der Netzwerkberechnung. • Sie erkennen die Bedeutung der genannten Grundlagen für die Auslegung elektrischer Betriebsmittel und Schaltungen und können Berechnungen an einfachen Beispielen selbst durchführen.
Lehrinhalte	• **Elektrisches Feld** Klärung der Begriffe: Ladung, Feldstärke, Spannung, Potential und Kapazität.

	Berechnung von elektrostatischen Feldern und Potentialfeldern für einfache Geometrien. Materie im elektrischen Feld und Polarisation; Energie und Kräfte im elektrischen Feld. Felder geschichteter Anordnungen. Elektrisches Strömungsfeld. • **Lineare Gleichstromnetzwerke** Der elektrische Gleichstromkreis: Ohmsches Gesetz, Maschen- und Knotenregel, Spannungs- und Stromteiler. Ideale und reale Spannungs- und Stromquellen: Quellumwandlung, Anpassung und Leistungsbilanz. Verfahren zur Netzwerkberechnung: Ersatzquellenverfahren, Überlagerungsverfahren, Maschenstrom- und Knotenpotentialverfahren. • **Lineare Wechselstromnetze** Beschreibung stationärer Sinusschwingungen durch komplexe Effektivwerte, passive lineare Zweipole in Beschreibung als komplexe Widerstände und Leitwerte, Einfache LRC – Schaltungen (Reihen- und Parallelschaltung), Verzweigte Schaltungen, Schwingkreise, Anwendung von Ortskurven und Einsatz der Netzwerkberechnungsverfahren bei Wechselstromnetzen.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung
Sonstige Leistungsnachweise	Lösung von Übungsaufgaben: Die erfolgreiche Bearbeitung von mindestens 2/3 der angebotenen Übungsblätter erfüllt die Voraussetzung für den Erhalt eines Teilnahmescheins und folgend als Zulassungsvoraussetzung für die schriftliche Prüfung
Medienformen	Tafel oder Tablet bzw. Visualizer, Beamer, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	A. Führer, K. Heidemann, W. Nerreter: Grundgebiete der Elektrotechnik, Bd. 1 und 2, Hanser Verlag S. Altmann, D. Schlayer: Lehr- und Übungsbuch Elektrotechnik, Hanser Verlag R. Ose: Elektrotechnik für Ingenieure, Hanser Verlag R. Paul: Elektrotechnik Bd. 1, Springer Verlag W.-E. Büttner: Grundlagen der Elektrotechnik I, Oldenbourg Verlag M. Albach: Elektrotechnik, Pearson

Modulbezeichnung	**Laborpraxis**
Kürzel	Lpx
Lehrform / SWS	Praktikum (2 SWS)
Leistungspunkte	2 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Jochen Merhof
Dozent(in)	Prof. Dr. Rossner, Prof. Dr. Mörz, Prof. Dr. Kühnlenz
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL, EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studenten lernen den praktischen Umgang mit Geräten wie Multimeter, Funktionsgenerator, Oszilloskop. • Die Studenten lernen die Verwendung der Simulations-software LTSpice zur Schaltungssimulation. • Die Studenten verwenden die Schulungsplattform ADALM zur praktischen Durchführung von Messversuchen z.B. zur Bestimmung von Widerstand/Strom/Spannung (Widerstandskennlinie, Diodenkennlinie, Aufladungs- und Endladungskurve von Kondensatoren und Spulen) • Die Studenten lernen elementare Grundlagen für den Einsatz von Mikrokontrollern kennen und schreiben erste einfache Programme. • Abhängig vom Studiengang der Studenten folgen noch spezialisierte Versuchsinhalte für Studenten der Studiengänge AU, EL und EN.
Lehrinhalte	▪ Praktischer Einsatz von Geräten und Software der Elektrotechnik ▪ Flankierung theoretischer Lerninhalte durch praxisnahe Versuche zum ▪ Messen von Widerstand/Spannung/Strom ▪ Messen verschiedener periodischer Signalverläufe

	▪ Kennenlernen einer Mikrokontroller-Plattform inkl. Entwicklung erster Programme sowie Aufbau und Ansteuerung einfacher Schaltungen bzw. Verwendung einfacher Sensorik. ▪ Kennenlernen einer Simulationsplattform für elektronische Schaltungen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Teilnahmebestätigung nach Abgabe von 6 Kurzberichten + Diskussion und Kontrolle der Kurzberichtsinhalte in Lerngruppen
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.
Literatur:	T. Mühl: Einführung in die elektrische Messtechnik B.G. Teubner Beuth Klaus, Digitaltechnik – Elektronik 4, Vogel-Verlag Reichardt Jürgen, Lehrbuch Digitaltechnik, Oldenbourg-Verlag Fricke Klaus, Digitaltechnik, Vieweg-Verlag Dankmeier Wilfried, Grundkurs Codierung, Vieweg-Verlag

Modulbezeichnung	**Magnetisches Feld und Induktion**
Kürzel	MFI
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht / 6 SWS
Leistungspunkte	6 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90h, Eigenstudium: 90h
Fachsemester	2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Dozent(in)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Beherrschung von Geometrie und Algebra und linearer Gleichungssysteme; Kenntnisse der Integral- und Differentialrechnung sowie der Vektorrechnung; Grundkenntnisse der Physik auf Abiturniveau
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen • Sie beherrschen die grundlegenden physikalischen Größen zur Beschreibung magnetischer Felder. • Sie verstehen die Grundgleichungen zur Beschreibung magnetischer Felder und können Felder einfacher Geometrien berechnen. • Sie erkennen die Bedeutung dieser Grundlagen für die Auslegung magnetischer Betriebsgrößen und können Berechnungen an magnetischen Beispielfelder selbst durchführen. • Die Studierende kennen die Grundlagen der Induktion und können diese Erkenntnisse auf einphasigen Transformatoren anwenden. • Sie kennen das Ersatzschaltbild der einphasigen Transformatoren und können die grundliegenden Größen aus dem Ersatzschaltbild, wie Ströme, Spannungen sowie die Wirk- und Blindleistung, berechnen. • Die Studierende können die allgemein anwendbaren Berechnungsverfahren für Einschwingvorgänge in

	linearen Netzwerken mit maximal zwei Energiespeicher analysieren und berechnen.
Lehrinhalte	• Magn. Feldstärke, Lorentzkraft, und magn. Flussdichte, Durchflutungsgesetz • Para-, Dia- und Ferromagnetismus, Permeabilität • Einfache magnetische Kreise • Bewegungs- und Ruheinduktion, Selbstinduktivität und gegenseitige Induktivität • Energie und Kräfte im magnetischen Feld • Transformator (ideal, real, verschiedene Belastungsszenarien) • Schaltvorgänge in linearen Netzen: Berechnung von Ein- und Ausschaltvorgängen in ohmsch-induktiven und ohmsch-kapazitiven sowie ohmsch-induktiv-kapazitiven Netzen, Periodische Schaltvorgänge
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Overhead/Beamer / Visualizer / Whiteboard Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben
Literatur:	A. Führer, K. Heidemann, W. Nerreter: Grundgebiete der Elektrotechnik, Carl Hanser Verlag M. Albach: Grundlagen der Elektrotechnik 1 und 2, Pearson Studium W.-E. Büttner: Grundlagen der Elektrotechnik I, Oldenbourg Verlag G. Hagmann: Grundlagen der Elektrotechnik, AULA-Verlag

Modulbezeichnung	**Mathematik 1**
Kürzel	Mth 1
Lehrform / SWS	8 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übungen Gesamt: 10 SWS
Leistungspunkte	10 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 150 h, Eigenstudium: 150 h
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Ada Bäumner
Dozent(in)	Dr. Holger Meinhard, Dr. Klaus Horbaschek
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen: Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Grundlegende mathematische Denkweisen und Begriffe anwenden • Mathematische Verfahren und Techniken anwenden • Physikalisch-technische Probleme mathematisch erfassen und lösen
Lehrinhalte	Algebra: Matrizen, Determinanten und lineare Gleichungssysteme Grundlagen der komplexen Zahlen Algebraische Gleichungen (bis Ordnung 3) Gewöhnliche DGL erster Ordnung Lineare gewöhnliche DGL höherer Ordnung Vektoralgebra Eindimensionale Funktionen und Kurven

	Grenzwerte, Folgen und Reihen Differenzial- und Integralrechnung eindimensionaler Funktionen Taylorreihen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 120 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	Lösung von Übungsaufgaben: Die erfolgreiche Bearbeitung von mindestens 2/3 der angebotenen Übungsblätter gilt als Zulassungsvoraussetzung für die schriftliche Prüfung
Medienformen	Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	Meyberg/Vachenauer, Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung, Bd. 1, Springer Verlag Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bd. 1 und 2, Vieweg & Sohn

Modulbezeichnung	**Mathematik 2**
Kürzel	Mth2
Lehrform / SWS	4 SWS, Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übungen
Leistungspunkte	6 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h, Selbststudium: 136 h
Fachsemester	2
Angebotsturnus	Jährlich
Dauer des Moduls	Einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Alexander Stadler
Dozent(in)	Prof. Dr. Alexander Stadler
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Mathematik 1
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen:** Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Grundlegende mathematische Denkweisen, Begriffe und Techniken anwenden, • technische Problemstellungen mathematisch erfassen, formulieren und lösen, • Skalar- und Vektorfelder im Kontext des Fachgebietes Elektrotechnik verstehen, darstellen, mathematisch analysieren und relevanten Differential- und Integraloperationen unterziehen sowie • partielle Differenzialgleichungen erster und zweiter Ordnung aufstellen und lösen.
Lehrinhalte	• Polynome: Kurvendiskussion, Nullstellen, Zerlegung, Interpolationsverfahren, rationale Funktionen • Skalare Funktionen mit mehreren Veränderlichen: Darstellung und Analyse (Stetigkeit und Extrema), Berechnung von Grenzwerten, Anwendung von Differentiations- und Integraloperationen

	• Vektorfelder in zwei- und dreidimensionalen Räumen: Einführung, Darstellung und Analyse von Kurven, Flächen und Vektorfeldern im Vergleich zu Skalarfeldern, Einführung und Anwendung von Differentialoperatoren, Einführung und Anwendung von Kurven- und Oberflächenintegralen, Formulierung und Lösung mathematischer Probleme der Elektro- und Magnetostatik • Partielle Differentialgleichungen: Allgemeine Einführung von partiellen Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung und Lösung am Beispiel der Wellen-, Transport- und Wärmeleitungsgleichung
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung
Sonstige Leistungsnachweise	Keine
Medienformen	Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben, Beispielprogramme in Octave bzw. Matlab
Literatur	G. Merzinger, T. Wirth, Repetitorium Höhere Mathematik, Binomi Verlag, 7. Auflage, E-Book, 2021, ISBN 13: 9783923923670 G. Merziger, G. Mühlbach, D. Wille, T. Wirth, Formeln + Hilfen Höhere Mathematik, Binomi Verlag, 8. Auflage, E-Book, 2021, ISBN 13: 9783923923861 L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Springer Vieweg, 8. Auflage, 2024, ISBN 13: 9783658458034 L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, Springer Vieweg, 15. Auflage, 2025, ISBN 13: 9783658468866

Modulbezeichnung	**Mathematik 3**
Kürzel	Mth3
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht / 4 SWS
Leistungspunkte	4 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Methoden und Kompetenzen der Mathematik 1 und 2
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Anwendung der Fourier-reihen, der Fourier-, Laplace und z-Transformation zur Behandlung von Differenzengleichungen und Differentialgleichungssystemen, Kenntnis von Grundlagen der Stochastik, Anwendung grundlegender Wahrscheinlichkeits-Verteilungen
Lehrinhalte	• **Fourier-Reihe und Fourier-Transformation** Approximation periodischer Funktionen, Darstellungsformen, Rechenregeln, Konvergenzverhalten von Fourier-Reihen, Anwendungen wie lineare Differentialgleichungen usw. Fourierintegral und ausgewählte Themen der Fourier-Transformation. Anwendung der diskreten Fourier-Transformation. • **Laplace-Transformation** Eigenschaften des Integral-Operators und Berechnungskonzepte für Transformationen vom Original- in Bildraum und zurück. Verallgemeinerte Funktionen und deren Ableitungen (Sprung- und Delta-Funktion),. Anwendung des Laplace-Operator auf Aufgabenstellungen der Differentiation und Integration, Eigenschaften und Transformationsregeln, Anwendung auf gewöhnliche Differentialgleichungen höherer Ordnung; Anwendungen wie lineare Differentialgleichungen, RCL-Bildnetzwerke; Übertragungsverhalten von LTI-Systemen

	usw., Differentialgleichungssysteme und deren Transformation. • **Diskrete Fourier Transformation** Eigenschaften der DFT: Reihen bzw. Folgen, Differenzengleichungen, Trigonometrische und Komplexe Lösungsmethoden, Stabilität, Spiegelfrequenzen, Leakage, Grundfrequenzen, Fensterfunktionen, Anwendung der DFT • **z-Transformation** Eigenschaften der z-Transformation: Übertragungsfunktion, Berechnung von Einschwingvorgängen zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Systeme, Stabilität von Abtastsystemen, Anwendung der z-Transformation auf Differenzengleichungen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Teilprüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel Overhead-Projektor PC
Literatur:	z.B. L. Papula: Mathematik für Ingenieure. Vieweg + Teubner (div. Auflagen) Burg, K.: Höhere Mathematik für Ingenieure; Bd. 3. Vieweg+Teubner, 2009 Butz, T.: Fourier-Transformation für Fußgänger. Vieweg+Teubner, 2009 Oppenheim, A.V., Willsky: Signale und Systeme. VCH, 1992 Bosch, K.: Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Vieweg+Teubner, 2010 Henze, N.: Stochastik für Einsteiger. Vieweg+Teubner, 2010

Modulbezeichnung	**Mathematische Anwendungssoftware**
Kürzel	AnSw
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht / Übung 2 SWS
Leistungspunkte	2 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Dr. Anton Glotov
Sprache	englisch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EN und EL
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Mathematik 1 und 2, Programmieren 1 und 2
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden sollen die Programmiersprache Matlab (Simulink) als Werkzeug zur Lösung von Ingenieuraufgaben aus der Systemtheorie, der digitalen Signalverarbeitung und der Regelungs- und Automatisierungstechnik einsetzen können. • Nach dem Modul beherrschen die Studierenden die wesentlichen praktischen Grundlagen und Methoden zur Modellierung und Simulation linearer und nichtlinearer Systeme und sind in der Lage diese auf praktische Anwendungsbeispiele zu überführen. • Die Studierenden können wesentliche Methoden der Signalanalyse programmieren und auf Beispieldatensätze Anwenden.
Lehrinhalte	• **Einführung Matlab** Matlab-Syntax, häufig benötigte Befehle, Rechnen mit Vektoren und Matrizen, Programmieren von Scripts und Functions, Graphische Darstellung (2D- und 3D-plots). • **Simulation dynamischer Systeme mit Simulink**

	Systematik zur Modellermittlung für elektrische und einfache mechanische Systeme. Formulierung klassischer Modellprobleme der Ingenieurspraxis (Wärmeübertragung, Strukturmechanik, Antriebsregelung…) und deren Lösung mit geeigneten Simulationstechniken. Einführung in den modelbasierten Reglerentwurf. • **Signalverarbeitung** Methoden der Signalverarbeitung und -analyse: Messwertverarbeitung, RMS - Effektivwert, Mittewert, Median, Standardabweichung, Schiefe, Wölbung, diskrete Fourier-Transformation, Total Harmonic Distorsion, Crest-Faktor, etc. • **Übung:** An typischen Applikationsbeispielen der Mechatronik, Elektrotechnik, Thermodynamik etc. wird die Entwicklungssystematik und der Umgang mit Matlab/Simulink vermittelt. Die Studierenden können Signale verarbeiten, analysieren und Regelungskreise systematisch mit Matlab/Simulink entwerfen, beurteilen und realisieren.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	praktischer Leistungsnachweis
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Software/Programmiersprache Matlab/Simulink und Octave, Beamer und Tafel/Whiteboard, elektronisches Skript und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.
Literatur:	Nollau, R.,: Modellierung und Simulation technischer Systeme, Springer-Verlag

Modulbezeichnung	**Mikrocomputertechnik**
Kürzel	MCT
Lehrform / SWS	4 SWS: – Seminaristischer Unterricht (2 SWS) – Übung (1 SWS) und Praktikum (1 SWS)
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Markus Hager
Dozent(in)	Prof. Dr. Markus Hager
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL, EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Programmieren 1 und 2, Technische Informatik, Digitaltechnik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachkompetenzen**: Die Studierenden erlangen fundiertes fachliches **Grundlagenwissen** … - in der Anwendung von **Eingebetteten Systemen** im industriellen Bereich: Sie erkennen die Abgrenzung zu klassischen Rechnersystemen und die Notwendigkeit von eingebetteten Systemen. - im Aufbau von Eingebetteten Systemen: Sie erkennen die Strukturen von Hard- und Softwarekomponenten moderner Mikrocomputersystemen und Mikrocontrollern und deren Interaktion und können die Eigenschaften beurteilen. Die Studierenden erlernen und üben die **Anwendung** von Mikrocontrollern, insbesondere … - in der **Softwareentwicklung für Mikrocontroller**: Sie können gegebene Anforderungen in maschinennahe Programmierung (Assembler) umsetzen.

	Sie können Peripherieeinheiten des Mikrocontrollers in Betrieb nehmen und programmieren. - in der Analyse und Umsetzung von **Realzeiteigenschaften**: Sie können asynchrone Ereignisse (Interrupts) erkennen und programmieren sowie typische Ein- und Ausgabegeräte als Reaktion ansteuern. - die Verwendung moderner **Entwicklungs- und Debugging-Werkzeuge**: Sie kennen den Softwareentwicklungsprozess und können ein Softwarekonzept im Mikrocontroller umsetzen (Assembler/Compiler, Linker, IDE). **Methodenkompetenz**: Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor … - Strategien zur **Problemlösung**: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken). - Methoden der **Fehlersuche**: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszilloskop, Logikanalysator) das Verhalten von eingebetteten Systemen analysieren und Fehler im Quellcode erkennen und beheben. - Bewertung der **Software-Qualität**: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen Zusammenhänge zwischen Hochsprachen- und Assemblercode. - die Befähigung zur **selbständigen** Aneignung und **Anwendung** (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen. **Persönliche Kompetenzen**: Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch … - die **teamorientierte Projektarbeit**: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren. - **persönliches Zeitmanagement**: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.
Lehrinhalte	1. **Einführung:** Historie, Begriffserklärung und Definitionen, Abgrenzung und Anforderungen von Eingebetteten Systemen, Anwendung von Mikrocontrollern

	2. **Rechnerarchitektur:** Aufbau und Komponenten eines Mikrocontrollers (ARM-basiert), Hardware-Abstraktion (Programmiermodell), Befehlsverarbeitung, Funktionsweise des Rechnerkerns und der Peripherie, Speicherorganisation, Stack, Registersatz, Interruptverarbeitung **3. Einführung in die Assemblerprogrammierung:** Aufbau Assembleranweisung, Befehlssatz, Befehlsgruppen (Arithmetische Befehle, Logikbefehle, Sprungbefehle, …), Adressierungsarten, Rechnerarithmetik und Zahlensysteme, Elementare Programmstrukturen (Schleifen, Unterprogramme, Verzweigungen), Echtzeitverhalten (synchrones und asynchrones Software-Design/Interrupts), Hochsprachenbezug (C, Compiler) **4. Peripherie eines Mikrocontrollers:** Digitale Ein-/Ausgabe, Interrupts, Timer und Zähler, serielle Schnittstellen (UART, Bussysteme, Zugriffsverfahren), analoge Signale und Wandlung, externe Speicherschnittstellen **5. Beispielprojekte / Praktischer Einsatz (Labor):** Verwendung moderner Entwicklungswerkzeuge (IDE, Debugger); Konfiguration eines aktuellen praxisorientierten Systems aus vorgefertigten Hardwarekomponenten; Anwendung der hardwarenahen (Assembler-) Programmierung für eine komplexe Anwendung unter Einsatz verschiedener Hardwarekomponenten (jährlich wechselnd): (z.B. Keyboards, LCD-Displays, GPS- Empfänger, RFID-Devices, Bluetooth-Transmitter, Messwandler, Schrittmotor-Ansteuerung, DCF-Empfänger, Druckwerk-Ansteuerung)
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und prStA (Projekte und Testate)
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Beamer / Präsentationsfolien, theoretische Übungsblätter, Praktische Übungen am Rechner / Labor
Literatur	Helmut Bähring, „Anwendungsorientierte Mikroprozessoren – Mikrocontroller und Signalprozessoren“, 3. Auflage, Springer, 2010 T. Flik, H. Liebig, „Mikroprozessortechnik und Rechnerstrukturen“, Springer, 2005 U. Brinkschulte, T. Ungerer „Mikrocontroller und Mikroprozessoren“, Springer,2007 K. Wüst, „Mikroprozessortechnik“, Vieweg+Teubner, 2011 W. Stallings, „Computer Organization and Architecture“, Pearson, 2016

	Joseph Yiu, „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829 Jonathan M. Valvano, „Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers“, CreateSpace Independent Publishing, 2nd Ed. 2012, ISBN-13: 978-1477508992

Modulbezeichnung	**Physik**
Kürzel	Ph
Lehrform / SWS	4 SWS, Seminaristischer Unterricht
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Dozent(in)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL, AU
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2
Inhaltliche Voraussetzungen	Mathematik 1 und 2
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen:** Die Studierenden… • kennen die Grundgesetze der klassischen Mechanik und können sie anwenden • verstehen das Konzept des Welle-Teilchendualismus des Lichts und können die damit verbundenen Effekte in der Optik und bei Wechselwirkungen mit Materie einordnen und erklären • kennen die Grundprinzipien der Thermodynamik und Fluidmechanik und können diese auf praktische Beispiele anwenden
Lehrinhalte	**Klassische Mechanik** • Kinematik/Dynamik von Massenpunkten • Impuls, Arbeit, Energie • Rotation und Mechanik starrer Körper • Mechanik deformierbarer Körper **Schwingungen und Wellen** • harmonische, gedämpfte, erzwungene Schwingungen • Energietransport in Wellen • Wellengleichung • Superpositionsprinzip

	• Stehende Wellen, Resonanz **Eigenschaften des Lichts** • Welle-Teilchen Dualismus des Lichts • Licht als elektromagnetische Welle • Strahlungsgesetze • Wechselwirkung zwischen Licht und Materie **Grundlagen der Strömungslehre** • Fluide: Gase und Flüssigkeiten • Dichte, Druck • Pascal'sches Prinzip • Auftrieb, Archimedisches Prinzip • Fluide in Bewegung: Massenstrom, Kontinuitätsgleichung, Bernoulli'sches Gesetz, Viskosität • Strömung in Rohren – Poiseuille **Grundlagen der Thermodynamik** • Atomtheorie der Materie – Definition der Temperatur • Kinetische Gastheorie • Ideales Gase – reale Gase • Die drei Hauptsätze der Thermodynamik • Wärmeübertragung
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung
Sonstige Leistungsnachweise	
Medienformen	Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform
Literatur	D. Giancoli, *Physik*, Pearson, 2019 M. Busch, W. Ebner, *Lindner Physik für das Ingenieurstudium*, Hanser 2024 D. Meschede, *Gerthsen Physik*, Springer, 2015

Modulbezeichnung	**Programmieren 1**
Kürzel	Prg1
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), PC-Übungen/Projektübungen (2 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	4 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Christian Weindl
Dozent(in)	Prof. Dr. Christian Weindl
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen: Studierende können • Den Grundaufbau eines Computers und die prinzipielle Funktionsweise verstehen, • mit wichtigen Zahlensystemen umgehen und diese auch umrechnen • zentrale Begriffe der Informatik verwenden, • Aufgabenstellungen und programmiertechnische Lösungen im Feld der Elektrotechnik einordnen, • eigene, kleinere Programme zur Lösung textuell beschriebener Probleme mittels Algorithmen erstellen • Programme mit gut lesbaren und wartbaren Quelltext erstellen und pflegen • verschiedene Elemente zur Ablaufsteuerung eines Programmes nutzen und diese zur Lösung einsetzen • bekannte Algorithmen aus anderen Anwendungsgebieten verstehen und anwenden • Techniken zum Algorithmenentwurf verstehen und auf nichttriviale Probleme anwenden • Algorithmenanalyse hinsichtlich Komplexität, Speicherbedarf, etc. grundlegend verstehen und anwenden

Lehrinhalte	• Aufgaben des Programmierens in der Elektrotechnik • Aufbau und Funktionsweise eines Computers • Zahlensysteme – Umgang mit Dualzahlen, Bits & Bytes • Funktionsweise von Interpreter, Compiler, Präprozessor • Grundlegende Kenntnisse der imperativen Programmierung • Ausgewählte Softwaretechniken – Style Guide • Anwendung einer integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) • Zentrale Elemente der Programmiersprache C, Variablentypen, Deklaration & Definition, Anweisungsblöcke, Schleifen, Bedingungen, Funktionen, Bibliotheken • Debugging – Umgang mit Programmierfehlern • Grundlagen der Booleschen Algebra • Funktionsweise und Anwendung von Zeigern • Dynamische Speicherverwaltung • Algorithmen: z.B. Suchen, Sortieren, etc. • Funktionsweise des Dateizugriffs in C • Grundlagen der Anwendung von Datenstrukturen • Gegenüberstellung: C und C++ • Einblick in objektorientierte Programmiertechniken
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Beamer, Präsentationsfolien, Tafel, Whiteboard, Übungsaufgaben in elektronischer Form (teilweise mit Lösungen). Nutzung eines e-Learning-Systems. Teilweise Einsatz von Hardware in den Übungen.
Literatur	**Ottmannn/Widmayer:** Algorithmen und Datenstrukturen, 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 2012 **Saake/Sattler:** Algorithmen und Datenstrukturen, dpunkt.verlag, 2014 **Robert C. Martin,** „Clean Code“, Prentice Hall, 2009 **Collins-Sussman/Fitzpatrick/Pilato**, Version Control with Subversion, http://svnbook.red-bean.com/index.de.html **Weitere C- Literatur:** Internet-Dokumente und Literatur im Lesesaal

Modulbezeichnung	**Programmieren 2**
Kürzel	Prg2
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), PC-Übungen/Projektübungen (2 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	4 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	2
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jochen Merhof
Dozent(in)	Prof. Dr. Jochen Merhof
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Programmieren 1
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen: Studierende können • Algorithmen in C verstehen • Strukturen verstehen und verwenden • Zeiger verstehen und verwenden • Das Klassen- und Objekt-Konzept der objektorientierten Programmierung verstehen und anwenden (C++) • Algorithmen in C++ verstehen • Das Grundprinzip der Vererbung verstehen und anwenden • Im Rahmen der objektorientierten Programmierung dynamisch Speicher allokieren/freigeben • Einfache objektorientierte Programme selbst entwickeln.

Lehrinhalte	• Ansi C: Strukturen, Zeiger und Algorithmen • C++ als Erweiterung von Ansi C • Typen und Namensbereiche • Pointer-Arithmetik • Strukturen, verkettete Listen • Aus-/Eingabe-Befehle / File-Operationen • Klassen und Objekte (Grundlagen, Konstruktoren/Destruktoren, this-Zeiger) • Vererbung • Überladene Funktionen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Teilprüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Beamer, Präsentationsfolien, Tafel, Whiteboard, Übungsaufgaben in elektronischer Form (teilweise mit Lösungen). Nutzung eines e-Learning-Systems. Teilweise Einsatz von Hardware in den Übungen.
Literatur	Stanley Lippman/Barbara Moo: C++ Primer, 5. Auflage, Addison Wesley, 2012 Ottmannn/Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 2012

Modulbezeichnung	**Ringvorlesung Erneuerbare Energien**
Kürzel	ENRV
Lehrform / SWS	SU / 2 SWS
Leistungspunkte	2 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Dozent(in)	Prof. Dr. Bernd Hüttl; Prof. Dr. Bettina Friedel; Prof. Dr. Christian Weindl; Prof. Dr. Michael Rossner
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL, AU, Studium Generale (ZfZ)
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen: Die Studierenden… • verstehen die technische und gesellschaftliche Bedeutung der Energiewende und können zentrale Technologien in das Gesamtsystem der Energieversorgung einordnen • kennen grundlegende Funktionsprinzipien, Einsatzbereiche sowie Chancen und Herausforderungen wichtiger erneuerbarer Energietechnologien, Speicher-, Netz- und Sektorenkopplungskonzepte • können technische Lösungen hinsichtlich grundlegender technischer, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und ökologischer Randbedingungen einordnen Methodenkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage… • ein ausgewähltes Thema eigenständig zu vertiefen, strukturiert aufzubereiten und unterschiedliche Aspekte miteinander in Beziehung zu setzen • Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren und zu diskutieren Sozialkompetenzen:

	• Die gemeinsame Themenbearbeitung und Präsentation fördert Team-, Kommunikations- und Argumentationsfähigkeit.
Lehrinhalte	Energiewende und Energiesysteme: • Grundlagen der Energieumwandlung, -speicherung und -verteilung sowie deren Zusammenspiel in zukünftigen Energiesystemen Technologien und Anwendungen: • Photovoltaik, Wasserstofftechnologien, Elektrolyse und Brennstoffzellen • Energiespeicher, Übertragungsnetze, Elektromobilität, Sektorenkopplung und intelligente Energiesysteme • Überblick über weitere erneuerbare Energietechnologien wie Windkraft, Wasserkraft, Geothermie und Bioenergie Technik im gesellschaftlichen Kontext: • technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen, Standortfragen und Akzeptanz • Rohstoff- und Ressourcenbedarf sowie ethische und gesellschaftliche Aspekte der Energiewende Seminaristische Vertiefung: • Vertiefung, Präsentation und Diskussion eines selbst gewählten Themas in Gruppen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Keine Note für EN / Note für interdisziplinäre Stud.
Sonstige Leistungsnachweise	Teilnahmeschein (Voraussetzung für Erlangung des Teilnahmescheins ist das erfolgreiche Halten eines Referats von ca. 10-15min Dauer und/oder die erfolgreiche Bearbeitung der Seminararbeit).
Medienformen:	Tafel/Whiteboard, Tablet und Beamer, elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen
Literatur:	Veröffentlichungen und Medienbeiträge zum jeweiligen Thema

Modulbezeichnung	**Schaltungstechnik**
Kürzel	Schalt
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit Übungen (3 SWS) und Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz 90 h Eigenarbeit
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hans-Martin Tröger
Dozent(in)	Prof. Dr. Alexander Stadler Prof. Dr. Hans-Martin Tröger Prof. Dr. Christian Weindl
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Gleich- und Wechselstromlehre + Elektrisches Feld, Magnetisches Feld und Induktion, Elektrische Bauelemente, Elektrische Messtechnik, Mathe 1
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden lernen die grundlegenden Anwendungen elektronischer Bauelemente in Verstärker- und Schalteranwendungen kennen. Sie lernen, aus einfachen Grundelementen größere elektronische Schaltungen zu synthetisieren und zu dimensionieren. Im Praktikumsteil erlernen sie die praktische Umsetzung, messtechnische Verifikation und Simulation der Schaltungen.

Lehrinhalte	• Kenngrößen und Ersatzschaltungen von Dioden und Transistoren
	• Grundschaltungen der Halbleiterelektronik
	  ○ Spannungs- und Stromquellen
	  ○ Kleinsignalverstärker
	  ○ Gleichspannungsverstärker
	  ○ Differenzverstärker mit bipolaren Transistoren und FETs
	• Leistungsverstärker und Leistungsschalter

	• Operationsverstärker und ihre Anwendungen • Lineare und getaktete Stromversorgungen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 min), praktischer Leistungsnachweis (4 Versuche mit Ausarbeitungen), Abschlussklausur Praktikum
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Overhead/Beamer Elektronisch und in Papierform bereitgestellte Arbeits-unterlagen und Übungsaufgaben, Versuchsanleitungen für den Praktikumsteil Freeware-Programme wie LTSpice, QucsStudio oder TI FilterPro
Literatur:	Tietze, Schenk, Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Vieweg, 16. Auflage 2019 Horowitz-Hill: The Art of Electronics, Cambridge University Press, 3. Auflage 2015 Robert A. Pease: Troubleshooting Analog Circuits, Newnes 1993

Modulbezeichnung	**Signale und Systeme**
Kürzel	SuS
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	4 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Matthias Mörz
Dozent(in)	Prof. Dr. Matthias Mörz
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der Elektrotechnik, elektronische Bauelemente
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Nach der Veranstaltung können die Studierenden • die grundlegenden Eigenschaften von Signalen und Systemen erklären und beurteilen • lineare zeitinvariante (LTI) Systeme in ihrer zeitkontinuierlichen Darstellung beschreiben und berechnen (lineare Differentialgleichungen, Faltungsoperation, Faltungsintegral) • kontinuierliche LTI-System im Frequenzbereich beschreiben und berechnen (Fourier-Transformation) • kontinuierliche LTI-System im Bildbereich beschreiben und berechnen (Laplace-Transformation) • die Abtastoperation mit ihrer Bedeutung im Zeit- und Frequenzbereich erklären • Lineare zeitinvariante (LTI) Systeme in ihrer zeitdiskreten Darstellung beschreiben und berechnen (z-Transformation)
Lehrinhalte	• Übergang zu normierten Signalen • zeitkontinuierliche Elementarsignale • lineare zeitinvariante (LTI) Systeme – zeitkontinuierlich • Systembeschreibung mit linearen Differentialgleichungen • Impuls-, Sprung- und Rampenantwort von LTI-Systemen • Faltungsoperation

	• Systembeschreibung mit Hilfe der Laplace-Transformierten • Übertragungsfunktion • Blockschaltbildalgebra • Frequenzgang und Bodediagramm • Frequenzgänge elementarer Systeme (P, I, D, PT1, PD, DT1) • Abtastung (Zeit- und Frequenzbereich) • lineare zeitinvariante (LTI) Systeme – zeitdiskret • elementare (zeitdiskrete) Signalfolgen • Sprung- und Impulsantwort • Zeitdiskrete Faltung • Z-Transformation
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Beamer, Präsentationsfolien, Tafel/Whiteboard, Veranstaltungsunterlagen in elektronischer Form, Nutzung eines e-Learning-Systems, mathematische Anwendungssoftware
Literatur:	Scheithauer, Rainer: Signale und Systeme, Teubner-Verlag Werner, Martin: Signale und Systeme, Vieweg+Teubner-Verlag

Modulbezeichnung	**Technische Informatik**
Kürzel	TI
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	4 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	1
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Dozent(in)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Nach der Veranstaltung können die Studierenden • Verschiedene Zahlensysteme verwenden und ineinander umrechnen • Arithmetische Operationen im Dualsystem durchführen • sicher mit logischen Verknüpfungen und den Rechen- und Vereinfachungsregeln der Schaltalgebra umgehen • Logikschaltungen analysieren • logische Verknüpfungen mit dem Karnaugh-Veitch-Diagramm und nach Quine & McCluskey vereinfachen • Logikschaltungen selbst entwickeln und aufbauen • die wesentlichen Unterschiede bei der Verwendung unterschiedlicher Schaltkreisfamilien bei der Schaltungsrealisierung erklären und beim Schaltungsaufbau berücksichtigen • einfache Rechenschaltungen aufbauen und beurteilen • zeitabhängige binäre Schaltungen analysieren und aufbauen (Zähler, Frequenzteiler)
Lehrinhalte	• Codierung und Zahlensysteme • Boolesche Algebra, Schaltalgebra • Normalformen (DNF, KNF) • Minimieren mit Hilfe der Schaltalgebra • Aufbau von Logikschaltungen mit verschiedenen Schaltkreisfamilien

	• Verhalten logischer Gatter • Minimierung von Schaltnetzen mit Karnaugh-Veitch / KV-Diagramm, Quine McCluskey • Struktur- und Funktions-Hazards • Schaltungsanalyse und Schaltungssynthese • Asynchrone Schaltwerke und Flipflops • Synchrone Schaltwerke, Moore und Mealy • Multiplexer und Code-Umsetzer • Digitale Zähler (asynchron und synchron) und Frequenzteiler
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	Bearbeitung von Übungsaufgaben
Medienformen:	Beamer, Tafel/Whiteboard, Veranstaltungsunterlagen in elektronischer Form
Literatur:	Fricke, Klaus: Digitaltechnik – Lehr- und Übungsbuch für Elektrotechniker und Informatiker, 8. Auflage, Springer-Verlag, 2018 Beuth, Klaus: Digitaltechnik – Elektronik 4, 14. Auflage Vogel-Verlag, 2019 T. Floyd, Digital Fundamentals, Pearson, 2015

2. Praktisches Studiensemester

Modulbezeichnung	**Praxisbegleitende Lehrveranstaltung**
Kürzel	PxLv
Lehrform / SWS	Sem. Unterricht, Praktikum, Projektarbeit / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 60h, Selbststudium 90h
Fachsemester	4
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof Dr. Matthias Mörz
Dozent(in)	Wechselnde Dozenten und Lehrbeauftragte
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden kennen und reflektieren ausgewählte Themengebiete mit besonderer Relevanz für die Aufgabenstellungen im Praxissemester. • Sie entwickeln und vervollkommnen Techniken, Fähigkeiten und Softskills mit hoher Relevanz für eine Tätigkeit im Unternehmen. • Sie pflegen den Erfahrungsaustausch mit Berufskollegen und erkennen den Nutzen von Netzwerken.
Lehrinhalte	Nach Festlegung im Studien- und Prüfungsplan
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	keine
Sonstige Leistungsnachweise	Praktische Leistungsnachweise und Teilnahmenachweise
Medienformen:	
Literatur:	
Modulbezeichnung	**Praxisseminar**

Kürzel	Pxsem
Lehrform / SWS	Seminar / 2 SWS
Leistungspunkte	2 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h
Fachsemester	4
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Matthias Mörz
Dozent(in)	Prof. Dr. Matthias Mörz
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden sind in der Lage, eine ihrem Studienfachgebiet entsprechende, selbst bearbeitete Aufgabenstellung schriftlich und mündlich in angemessener Form darzustellen. • Sie kennen grundlegende Regeln zum Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten und können diese selbständig anwenden. • Sie entwickeln ihre Fähigkeit zur Präsentation fachspezifischer Inhalte vor einem fachkundigen Auditorium weiter.
Lehrinhalte	Abhängig von den im Praxissemester bearbeiteten Aufgabenstellungen.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	keine
Sonstige Leistungsnachweise	Schriftlicher Praxisbericht (ca. 20 Seiten), mündliche, mediengestützte Präsentation (ca. 15 Minuten)
Medienformen:	Beamer / ggf. Tafel oder Whiteboard
Literatur:	

3. Vertiefungsstudium

3.1 Pflichtmodule

Modulbezeichnung	**Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik**
Kürzel	EAS
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Dozent(in)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EN, EL
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Vorkenntnisse über Aufbau, Wirkungsweise und diverse Kennlinien der Gleichstrom-, Asynchron- und Synchron-maschinen aus dem Fach „Elektrische Antriebe und Netze“
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden können die Lösungswege in der Antriebstechnik anwenden und die Wirkungsweise der Stromrichtertopologien als Gleichrichter, Wechselrichter und Gleichstromsteller für die Gleichstrom- sowie Drehstromsysteme erklären. Sie sind in der Lage, antriebstechnische Aufgabestellungen in Theorie und Praxis zu analysieren, zu lösen und das Verhalten der Antriebe mit den oben genannten Komponenten vorauszuberechnen. Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Regelung elektrischer Antriebe und die dazugehören Randbedingungen und sind in der Lage, die prinzipiellen und grundliegenden Methoden anzuwenden.

Lehrinhalte	• Mechanische Grundlagen (translatorische und rotatorische Bewegung, Drehzahlwandler (Getriebe), stationärer Betrieb eines Antriebs, Stabilitätsbedingung eines Arbeitspunktes) • Antriebe mit Gleichstrommaschine (Rückblick über die Arten der GM, Betriebsverhalten der GM, Dynamischer Betrieb der GM) • Antriebe mit Drehfeldmaschinen (Rückblick über die Asynchron- und Synchronmaschine, Betriebsverhalten und Steuerung der ASM und SM) • Sondermaschinen (Wirkungsweise des Servomotors, des Schrittmotors, der geschalteten Reluktanzmaschine, der bürstenlosen Gleichstrommaschine und des Linearmotors) • Netzgeführte Stromrichter (Zweipulsbrückenschaltung, B6-Schaltung und 12-Puls Stromrichter) • Selbstgeführte Stromrichter (Funktionsweise und Steuerung von Gleichstromsteller, Funktionsweise und Steuerung der Spannungszwischenkreisumrichter auf der Netz- und Maschinenseite, Pulsweitenmodulation, Funktionsweise und Steuerung von Stromzwischenkreisumrichter) • Grundlagen der Regelung elektrischer Antriebe (Drehzahl- und Drehmomentregelung der Gleichstrom-Antriebe, Zweiachsentheorie der Drehstrommaschinen und Raumzeiger, Regelung der Drehstrommaschinen im rotierenden Koordinatensystem, Regelung der netzseitigen Umrichter, Raumzeigermodulation.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Studienarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Overhead/Beamer / Visualizer / Whiteboard Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, praktische Übungen am Prüfstand im Labor
Literatur:	- Hans-Christoph Skudelny, Elektrische Antriebe, Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1997 - Hans-Christoph Skudelny, Stromrichtertechnik, Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1997 - Helmut Späth, Elektrische Maschinen und Stromrichter, Verlag Braun Karlsruhe, 1991 - Rolf Fischer, Elektrische Maschinen, Karl Hanser Verlag München, 2011 - Johannes Teigelkötter, Energieeffiziente elektrische Antriebe, Springer Verlag, 2013

Modulbezeichnung	**Elektrische Energieverteilung**
Kürzel	EEv
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
empfohlenes Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rossner
Dozent(in)	Prof. Dr. Michael Rossner
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Vorlesungsinhalte des Grundstudiums insbesondere Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematik und Physik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	- Kenntnisse über die Struktur der Energieerzeugung und –Verteilung in Deutschland und Mitteleuropa unter besonderer Berücksichtigung der Erneuerbaren Energieträger und deren Potenziale. - Kenntnisse über die Randbedingungen und Einflussgrößen der Preisgestaltung auf dem Strommarkt, wobei Strategien des Ausgleichs der starken Volatilität der Erneuerbaren Energieträger im Vordergrund stehen. - Es können selbstständig die Rentabilität von Investitionen, insbesondere nach linearem und annuistischen Ansatz, beurteilt werden. - Der Dampfkraftwerkskreislauf kann thermodynamisch berechnet werden, Komponenten des Kraftwerks sind verstanden. Insbesondere werden Dampfkraftprozesse in Verbindung mit solarthermischen Großkraftwerken und Latent Wärmespeichern berücksichtigt - Grundlegende Dimensionierungskriterien von Transformatoren, Synchrongeneratoren und Schaltern können eigenständig angewandt werden. Bei Schaltern stehen die Erfordernisse der DC – Thematik, wie bei HGÜ-Trassen erforderlich im Fokus.

	- Grundzüge der Spannungs- und Frequenzhaltung im Höchstspannungsnetz können exemplarisch angewandt werden. Hierbei werden besonders die Erfordernisse fehlender Schwungmassen bei PV, die Auswirkungen starker Einspeiseschwankungen durch Erneuerbare Energien und deren Blindleistungsbedarf zur Spannungshaltung berücksichtigt. - Die Leitungsgleichungen können zur Berechnung von Spannungs- und Stromverteilungen auf Leitungen angewendet werden. - Auf die Erfordernisse eines kombinierten AC-DC Netzes im Höchstspannungsbereich zur Verteilung der Erneuerbaren Energien wird schwerpunktmäßig eingegangen - Es können generatornahe und-ferne symmetrische Kurzschlussströme berechnet werden. - Die Berechnung von unsymmetrischen Kurzschlüssen mittels der symmetrischen Komponenten kann an einfachen Beispielen angewendet werden. - Die Grundzüge der Sicherungseinstellungen (Differenzial- Admitanz- und Distanzschutz) sind verstanden. Insbesondere werden die Erfordernisse der bidirektionalen Einspeisung (PV (dezentral)) erörtert - Einfache Beispiele der Lastflussrechnung können berechnet werden.
Lehrinhalte	Seminaristischer Unterricht: - Struktur der Energieversorgung Deutschland und Mitteleuropa unter Berücksichtigung der Ausbaupotenziale Erneuerbarer Energien und der damit verbundenen umstrukturierung des Stromnetzes (AC-DC) - Preisgestaltung und Strommarkt hinsichtlich stark volatiler Einspeisung aus Erneuerbaren Energien - Kostenrechnung - Dampfkraftprozess, Thermodynamik - Komponenten der Energieverteilung (Trafo, Generator Schalter, Schutz….) - Spannungs- und Frequenzhaltung, HGÜ - Leitungsgebundene Wellenausbreitung - Betriebsdiagramm Mittelspannungsleitung - Dimensionierung von Freileitungen und –kabeln - Symmetrischer Kurzschluss - Generatornaher Kurzschluss - Unsymmetrische Komponenten - Lastflussrechnung - Schutzeinrichtungen Praktikum: - Messungen an Leitungsmodellen 220kV und 20kV Leitungsnachbildung - Kurzschlussversuch, Sicherungseinstellungen

	- Synchronisation (2- seitige Einspeisung)
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.; Praktikumsberichte
Sonstige Leistungsnachweise	
Medienformen:	Tafel, Beamer, Skript
Literatur:	K. Heuk; K-D Dettmann, D. Schulz; Elektrische Energieversorgung; Springer-Verlag; 9. Aufl. 2013 D. Oeding, B.R. Oswald; Elektrische Kraftwerke und Netze; Springer Verlag, 7. Aufl. 2004 D. Nells; Ch. Tuttas; Elektrische Energietechnik; B.G. Teubner Stuttgart, 1998 Hosemann; Boeck; Grundlagen der elektrischen Energietechnik; Springer-Verlag; 4. Aufl. 1990 Wolfgang Schluft, Taschenbuch der „Elektrischen Energietechnik“ Hanser Verlag 2007 U.Ungrad; W.Winkler; A.Wiszniewski; Schutztechnik in Elektroenergiesystemen; Springer-Verlag, 2.Aufl. 1994

Modulbezeichnung	**Elektrische Energiespeicher**
Kürzel	EEs
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung integriert, Praktikum (2 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium : 90 h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Christian Weindl
Dozent(in)	Prof. Dr. Christian Weindl, Prof. Dr. Michael Rossner
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL, EN und Informatik
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagenwissen in der Elektrotechnik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • die Grundlagen elektrischer Energiesysteme und zum netz- und marktbasierten Speicherbedarf verstehen • die Anwendungsmöglichkeiten und den Nutzen unterschiedlicher Speichersysteme einordnen • Berechnungen zum Speicherbedarf in der Stromversorgung durchführen • die Speicherpotentiale unterschiedlicher Speichersysteme analysieren, berechnen • die den Anforderungen entsprechenden technischen und wirtschaftlichen Auslegungskriterien von Energiespeichersystemen analysieren, bewerten und vergleichen • elektrochemische Vorgänge in Batteriespeichersystemen verstehen (Pb, NiCd, NiMh, NiZn, Li-Ion, LiPo, LiFePO4, ZnO, LiO, NaS, Redox-Flow) • die Einflussgrößen unterschiedlicher Zellchemien in Lithium-Ionen-Akkumulator verstehen • Grundlegende Messverfahren zum Lade- und Entladeverhalten verstehen und selbst durchführen

	• Verfahren zur Ermittlung des Ladezustands (SOC, state of charge) verstehen und anwenden • Verfahren Zustandsbeurteilung (SOH, state of health) chemischer Energiespeicher verstehen und anwenden • Verstehen der physikalischen Vorgänge und Wirkungsgrade bei der H2-Nutzung (Elektrolyseur-Brennstoffzellensysteme) • Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchführen und Amortisationsrechnungen nachvollziehen Methodenkompetenz Nach der Veranstaltung können die Studierenden die Eigenschaften unterschiedlicher elektrischer Energiespeicher einordnen, den Anforderungen entsprechende Energiespeicher auswählen und diese dimensionieren. Sie haben ein Verständnis über die Funktionsweise, den Betrieb und die Charakteristika verschiedener Arten von Energiespeichern entwickelt und sind in der Lage deren Einsatz nach wirtschaftlichen und Umweltgesichtspunkten zu beurteilen.
Lehrinhalte	Speicherbedarf und -potentiale zur Netzintegration Erneuerbarer Energien Technische und regulatorische Rahmenbedingungen für den Speichereinsatz – Erhöhung der Flexibilität und Resilienz – Netzdienstleistungen Eigenschaften, Kenngrößen und Zellchemie unterschiedlicher Energiespeicher (Pb, NiCd, NiMh, NiZn, Li-Ion, LiPo, LiFePO4, ZnO, LiO, NaS, Redox-Flow) Ableitung eines abstrakten Speichermodells Hydraulische Speichersysteme Elektromechanische Speichersysteme Elektrostatische Speicher Elektrochemische Batteriespeicher Bewertungskriterien des Einsatzes von Energiespeichern Vergleich und Einsatzszenarien verschiedener Speichertechnologien Betrieb, Alterung und Wirtschaftlichkeit elektrischer Energiespeicher Wirkungsweisen von Elektrolyseur/Brennstoffzellensystemen Praktikum: - Messmethoden - Ermittlung der Zelleigenschaften von Batteriespeichern - Anwendung und Vergleich unterschiedlicher Ladeverfahren

	- Zustandsbestimmung des SOH (state of health) und SOC (state of charge) - Ableitung von Zellmodellen - Auslegung von Batteriesystemen - Thermo- Last und Feuchtigkeitsmanagement an einer H2-PEM Brennstoffzelle - U_I Kennlinien in H2-Brennstoffzellen Aufbau eines Batterieüberwachungs- und -Managementsystems
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	Michael Sterner, Ingo Stadler: „Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration“, Springer-Verlag, Erste Auflage 2014 Eckard Fahlbusch (Hersausg.): „Batterien als Energiespeicher“, Beuth Verlag GmbH Berlin Wien Zürich, Erste Auflage 2015 Frank S. Barnes, Jonah G. Levine: “Large Energy Storage Systems Handbook“, CRC Press – Taylor and Francis Group 2011 Erich Rummich: „Energiespeicher - Grundlagen, Komponenten, Systeme und Anwendungen“, expert-verlag, 2009 Robert Schlögl: „Chemical Energy Storage“ Verlag Walter de Gruyter, 2013 Chris Menictas, Maria Skyllas-Kazarcos, Tuti Mariana Lim: “Advances in Batteries for Medium- and Large-Scale Energy Storage”, Woodhead Publishing – Elsevier Ltd., Cambridge, 2015

Modulbezeichnung	**Elektrische Energiewandlung**
Kürzel	EEw
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen: Nach dem Besuch der Veranstaltung kennen die Studierenden • leistungselektronische Grundschaltungen zur elektrischen Energiewandlung im Anwendungsbereich der Erneuerbaren Energien und können diese in ihren Grundlagen verstehen und erklären • aktuelle Leistungshalbleiter, deren Funktionsweise, wichtigste Eigenschaften und Anwendungsbereiche • die passiven Bauelemente und Komponenten der Leistungselektronik sowie deren Kenngrößen und parasitären Effekte. Sie sind in der Lage, die Bauelemente und Komponenten praxisgerecht zu dimensionieren • die fachspezifischen Grundlagen elektromagnetischer Felder und können diese sowohl zu Dimensionierungszwecken als auch zur Optimierung der elektromagnetischen Verträglichkeit der Schaltungen anwenden • thermische Berechnungen und können diese gezielt zur Verbesserung des Wärmemanagements leistungselektronischer Baugruppen durchführen

	• die wichtigsten Anwendungen der elektrischen Energiewandlung im Bereich der Erneuerbaren Energien Methodenkompetenzen: Mit dem Besuch der Veranstaltung können die Studierenden die interdisziplinären mathematischen und physikalischen Grundlagen gezielt zur Analyse und Optimierung leistungselektronischer Schaltungen im Bereich der Erneuerbaren Energien anwenden. Sie verstehen den Aufbau praktischer Schaltungen und sind in der Lage, die wesentlichen Funktionsparameter sowohl mit Hilfe der Simulation als auch anhand von Labormessungen zu bestimmen. Darüber hinaus können die Studierenden selbstständig in einschlägigen Quellen nach dem Stand der Technik einzelner Teilbereiche recherchieren und verstehen es, ihren Kommilitonen die wesentlichen Ergebnisse im Rahmen einer Kurzpräsentation vermitteln.
Lehrinhalte	• Einleitung: Elektrische Energiewandlung durch Leistungselektronik (Anwendungsgebiete, Entwicklungsziele, Einteilung der Schaltungen, heute verfügbare Leistungshalbleiter, Anwendungsbeispiele) • Grundlagen und Definitionen (Kenngrößen von Strom- und Spannungssignalen, Zeigerdiagramme, komplexe Wechselstromrechnung, Fourier-Analyse, Wirk-, Schein- und Blindleistung, Leistungsfaktor) • Mehrphasensysteme (Leistungsbegriffe, das 3Phasen-Drehstromnetz, Grundschaltungen zur Wirkleistungs- und Blindleistungsmessung, digitale Leistungsmessung) • Leistungshalbleiter (Schaltverluste, Dioden, Thyristoren, Transistoren: MOSFET, Bipolar-Transistor und IGBT, abschaltbare Thyristoren: GTO und IGCT) • Topologien für verschiedene Anwendungsgebiete (transiente Schaltvorgänge, DC-DC Converter, PFC-Schaltungen, Sperrwandler, resonante Converter) • Einführung in die thermische Berechnung (Mechanismen der Wärmeübertragung, Wärmeleitung, natürliche Konvektion und Zwangskonvektion, Wärmestrahlung) • Passive Bauelemente und Komponenten (Leitungen, Kabel und Stromschienen, Leistungs- und Messwiderstände, Spulen, Transformatoren, Messwandler, Kondensatoren) • Elektromagnetische Verträglichkeit (leitungsgebundene Störungen, Funkentstörung leistungselektronischer Schaltungen) • Anwendungen im Bereich der Erneuerbaren Energien (photovoltaische Anlagen, Windenergieanlagen, Elektromobilität, Elektro-Energiespeicherung, aktive Lastflusssteuerung und Blindleistungskompensation, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung)

Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung und Seminarvortrag
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Beamer, Whiteboard, gedrucktes Vorlesungsskript mit Übungsaufgaben, elektronisch bereitgestelltes Begleitmaterial, Seminarvorträge der Studierenden zu ausgewählten Themen
Literatur:	P. Denzel, Grundlagen der Übertragung elektrischer Energie, Springer-Verlag, 1966, ISBN-10: 3642869009 K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz, Elektrische Energieversorgung: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, Verlag Springer Vieweg, 9. aktualisierte und korrigierte Auflage, 2013, ISBN-10: 383481699X R. Marenbach, D. Nelles, C. Tuttas, Elektrische Energietechnik: Grundlagen, Energieversorgung, Antriebe und Leistungselektronik, Verlag Springer Vieweg, 2013, ISBN-10: 3834817406 U. Probst, Leistungselektronik für Bachelors: Grundlagen und praktische Anwendungen, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2011, ISBN-10: 3446427341 A. J. Schwab, Elektroenergiesysteme: Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, Springer-Verlag, 1. Auflage, 2006, ISBN-10: 3540296646 J. Specovius, Grundkurs Leistungselektronik: Bauelemente, Schaltungen und Systeme, Verlag Springer Vieweg, 7. aktualisierte und überarbeitete Auflage, 2015, ISBN-10: 3658033088 F. Zach, Leistungselektronik: Ein Handbuch Band 1 / Band 2, Springer-Verlag, 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 2010, ISBN-10: 3211892133 A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, Applikationshandbuch Leistungshalbleiter, SEMIKRON International GmbH, 2010, ISBN-10: 393884356X

Modulbezeichnung	**Hochspannungstechnik**
Kürzel	Hsp
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rossner
Dozent(in)	Prof. Dr. Michael Rossner
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Ph, GE1, Mth 1 und 2
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Berechnung von Durchschlagsspannungen in homogenen und leicht inhomogenen Anordnungen in Luft. Hierbei steht die Greengasoffensive (Ersatz des Klimaschädlichen SF6 durch Luft bei höherem Druck) im Vordergrund. • Kenntnisse über verschiedene Entladungsformen in inhomogenen Anordnungen • Kenntnisse über Durchschlagsmechanismen in Flüssigkeiten und Isolierstoffen. Schwerpunkt sind dabei die HD Polymere, die in den neuen HGÜ Kabeln (Südlink; Südostlink...) zur Anwendung kommen. • Berechnung an Hochspannungstransformatoren entsprechend den gängigen Ersatzschaltbildern unter Berücksichtigung von Mischspannungen hinter DC-Konvertern. (HGÜ Anbindung; Offshore) • Kenntnisse über Schaltungen zur Erzeugung hoher DC-Spannungen. (HGÜ Konverterstationen) • Berechnung und/oder Abschätzung von systematischen Messfehlern in der HV- Messtechnik

	• Auslegung, Bewertung und Durchführung von Stoß-spannungsprüfungen. • Durchführung und Beurteilung von TE-Messungen. • TE-Diagnose bei Gleichspannung (HGÜ) • Messungen mit der Scheringbrücke • Berechnungen von Mehrfachreflexionen in verlust-losen Leitungen. (Einbindung von Erdkabeln in das Freileitungsnetz zur Akzeptanzerhöhung der benötigten Stromtrassen) • Einfache elektrische Felder selber berechnen und die Grundlagen numerischer Feldberechnung an kleinen Beispielen nachvollziehen. Methodenkompetenz Nach der Veranstaltung können die Studierenden Hochspannungsprüf- und Messaufbauten nach den gängigen Mess- und Prüfverfahren selbständig dimensionieren und entsprechende Messungen eigenständig durchführen. Sie haben ein Verständnis über die verschiedenen Entladungsformen entwickelt und können Durchschlagsspannungen in einfachen Geometrien berechnen.
Lehrinhalte	Erzeugung hoher Spannungen; Messung hoher Spannungen Mess- und Prüfverfahren in der Hochspannungstechnik Spezielle Erfordernisse der HV-DC Mess- und Prüftechnik Scheringbrücke (C - tan. Delta), Teilentladungsmesstechnik (AC + DC), Stoßspannungsprüfung und statistische Auswertungsmethoden, PDP Messtechnik Feldberechnung Durchschlagsmechanismen (Gase (auch SF6 Substitute, Luft bei hohem Druck), Flüssigkeiten, Festkörper) Anforderungen an HV - DC Technik Raumladungsbeschwertes Feld insbesondere bei HD-PE, das in HV-DC Kabeln benötigt wird. El. Strömungsfeld, Ersatzschaltbilder, Materialien Modellierung von DC Lichtbogen für DC Schalter Ausbreitung transienter Überspannungen Praktikum: - Erzeugung und Messung hoher Wechselspannungen Scheitelwert/Spitzenwert; kap. Überspannungen - Stoßspannungen 1,2/50 und Statistik - Gleichspannungserzeugung, Verdoppler, Entladungsformen in inhomogenen Anordnungen - TE Messung und Scheringbrücke - FEM Feldsimulation

Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung ()0 Minuten) und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur:	Andreas Küchler, „Hochspannungstechnik“, Springer Verlag 2009, dritte Auflage M. Beyer, W. Boeck, K. Möller, W. Zaengl, “Hochspannungstechnik, Theorie und praktische Grundlagen der Anwendung”, Springer Berlin Heidelberg New York, 1986 G. Hilgarth, “Hochspannungstechnik” B.G. Teubner Stuttgart, 2. Auflage 1992 Adolf Schwab, Hochspannungsmesstechnik, Springer Verlag 2. ,überarbeitete Auflage 2011 Wolfgang Schluft, Taschenbuch der „Elektrischen Energietechnik“ Hanser Verlag 2007 D. Kind, K. Feser „Hochspannungsversuchstechnik“, Vieweg Verlag, 5. Auflage 1995 D. Kind, H. Kärner, „Hochspannungsisoliertechnik“, Vieweg Verlag 1982

Modulbezeichnung	**Intelligente Energiesysteme**
Kürzel	IEs
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung integriert, Praktikum (2 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Christian Weindl
Dozent(in)	Prof. Dr. Christian Weindl
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL, EN und Informatik
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagenwissen in der Elektrotechnik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • den grundlegenden Aufbau und Betrieb konventioneller elektrischer Energiesysteme beschreiben • die sich aus dem Wandel in der Energieversorgung resultierenden Anforderungen darlegen • zentrale Komponenten und Betriebsmittel intelligenter Energiesysteme beschreiben • den vernetzten Betrieb regenerativer Stromerzeuger (Smart Generation) verstehen • intelligente Energieverteilsysteme und deren Funktionsweise beschreiben - Smart Distribution • Anforderungen und Einsatz der ressourcenschonenden Nutzung von Flexibilitäten darlegen • Anforderungen und Lösungen zur Integration der Elektromobilität (E-Mobility) darstellen • Simulationen der Netz- und Betriebsmittelauslastungen bei konventioneller und regenerativer Einspeisung durchführen und bewerten • Lösungen zur Spannungshaltung in Teilnetzen und Ausläuferleitungen entwickeln und analysieren

	• haben Kenntnisse zur Wirk- und Blindleistungsübertragung in elektrischen Netzen und zur Kompensation fluktuierender regenerativer Einspeiser • die betriebsbedingt erforderlichen Netzdienstleistungen und deren Bereitstellung durch intelligente Netze - Smart Grids beschreiben • Kenntnisse zu den unterschiedlichen Kommunikationsverfahren und -technologien • Einordnung regulatorischer Rahmenbedingungen und Anwendung auf Netzbetrieb und die Netzgestaltung Methodenkompetenz Nach der Veranstaltung können die Studierenden intelligente Energiesysteme und die Funktionsweise zentraler Komponenten verstehen und deren Betrieb analysieren. Sie haben ein Verständnis für die technischen, ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen entwickelt und kennen Lösungen, um die in intelligenten Netzen erforderlichen Kommunikationsaufgaben zum ressourcenschonenden Einsatz von Flexibilitäten und zur Integration der Elektromobilität sicherzustellen. Sie sind in der Lage grundlegende Simulationen zum Übertragungsverhalten elektrischer Energieversorgungsnetze durchzuführen und die Ergebnisse zu bewerten.
Lehrinhalte	Grundlegender Aufbau und Verbundbetrieb konventioneller elektrischer Energieversorgungsnetze Folgen des technischen und ökonomischen Wandels in der Energieversorgung und der Energiewende Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung und Komponenten intelligenter Netze Aufbau und Funktionsweise intelligenter Energiesysteme Schaffung und Ausnutzung von Flexibilitäten zur Erhöhung der Resilienz in erneuerbar gespeisten Netzen Integration der Elektromobilität (E-Mobility) Netz- und Betriebsmittelauslastung Spannungshaltung im Mittelspannungs- und Niederspannungsnetz Kommunikationsverfahren und -technologien im Smart Grid Rechtliche Rahmenbedingungen und marktwirtschaftliche Grundlagen Praktikum: - Berechnung/Simulation konventioneller elektrischer Energiesysteme - Entwicklung regenerativ geprägter Versorgungsszenarien

	- Analyse und Vergleich der Betriebswiese und Ausgleichsvorgänge innerhalb der Netzstrukturen - Entwicklung und Simulation von Verfahren zum Ausgleich volatiler Wirk- und Blindlastflüsse Untersuchung von alternativen Möglichkeiten der Zurverfügungstellung von Netzdienstleistungen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	Bernd Michael Buchholz; Zbigniew Styczynski: „Smart Grids: Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft“, VDE Verlag, 2014 Elias Kyriakides; Siddharth Suryanarayanan; Vijay Vittal: “Electric Power Engineering Research and Education”, Chapter “Evolution of Smart Distribution Systems“, Springer Verlag, 2014 James Momoh: “Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis”, Wiley-IEEE-Press, 2012 Janaka Ekanayake; Nick Jenkins; Kithsiri Liyanage; Jianzhong Wu; Akihiko Yokoyama: “Smart Grid: Technology and Applications”, John Wiley & Sons Publication, 1st Edition , 2012 Gerhard Herold, „Elektrische Energieversorgung I“, J. Schlembach Fachverlaf, 2. Auflage, 2005 Gerhard Herold, „Elektrische Energieversorgung II“, J. Schlambach Fachverlag, 2. Auflage, 2008

Modulbezeichnung	**Interdisziplinäre Schlüsselqualifikation**
Kürzel	InSQF
Lehrform / SWS	2 SWS Seminaristischer Unterricht
Leistungspunkte	2 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h, Selbststudium: 30 h
Fachsemester	7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bernd Hüttl
Dozent(in)	WiKu
Sprache	Deutsch oder Fremdsprache (je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation)
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2
Inhaltliche Voraussetzungen	Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Das Modul „Interdisziplinäre Schlüsselqualifikationen“ folgt dem Leitbild unserer Hochschule, welches die Weiterentwicklung ethischer, gesellschaftlicher und persönlichkeitsbildender Aspekte als zentrale Aufgabe auffasst. Dafür bietet das **„Studium Generale“-Angebot** des **Wissenschafts- und Kulturzentrums „WIKU“** ein umfassendes Fächerangebot. Das Fach ist im 7. Semester zu erbringen und schließt mit einer Prüfung, deren Verantwortung im WIKU liegt, ab. Die Möglichkeit diese Kurse bereits im 5. oder 6. Semester zu besuchen, um das 7. Semester für eine ortsferne Bachelorarbeit zu nutzen, besteht. Die Modulauswahl kann dem jeweiligen Angebot des „Studium Generale“ entnommen werden. Dabei sollte möglichst ein Fach aus den folgenden Themenbereichen ausgewählt werden, um die Ingenieurwissenschaft optimal zu ergänzen: - Weiterentwicklung **sprachlicher Fähigkeiten** auf höherem Niveau und UNIcert® Abschluss - Weiterentwicklung **betriebswirtschaftlicher und managementnaher Fähigkeiten** - Aspekte der **wissenschaftlichen Präsentations- und Diskussionsfähigkeit** (auch in englischer Sprache)

	- **Psychologische und ethische** Aspekte.
Lehrinhalte	Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation
Sonstige Leistungsnachweise	Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation
Medienformen	Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform bzw. je nach individuell ausgewählte Schlüsselqualifikation
Literatur	Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation

Modulbezeichnung	**Regelungstechnik**
Kürzel	Rt
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit Übungen / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Kolja Kühnlenz
Dozent(in)	Prof. Dr. Kolja Kühnlenz
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Signal- und Systemtheorie, Lösungsverfahren für lineare Differentialgleichungen im Zeit- und Frequenzbereich
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden können die Grundkonzepte der Steuerung und Regelung unterscheiden und kennen deren wesentliche Eigenschaften. • Sie können das Verhalten mechanischer, elektrischer, thermischer und anderer Regelstrecken analysieren und mathematisch im Zeit- und Frequenzbereich beschreiben. • Sie kennen die wichtigsten Kriterien zu Beurteilung des Regelkreisverhaltens und die am häufigsten eingesetzten stetigen Reglertypen. • Sie kennen Methoden zur Beurteilung der Stabilität von linearen Regelkreisen und können diese anwenden. • Sie verstehen grundlegende Entwurfs- und Optimierungskonzepte für lineare Regelkreisen und können diese auf einfache Beispiele anwenden.

Lehrinhalte	Grundstrukturen und Methoden der Regelungstechnik Systembeschreibung mittels Differentialgleichungen Laplace- und Fourier-Transformation Ortskurven und Bode-Diagramme Regelstrecken Proportionale Regelstrecken mit Verzögerung Schwingungsfähige Proportionalstrecken Weitere typische Regelstrecken Einfache lineare Regelkreise Grundstruktur und Qualitätskriterien Realisierung von Reglern Regelkreise mit P-, PI- und PID-Reglern Führungs- und Störverhalten Stabilität Allgemeine Stabilitätsüberlegungen Hurwitz-Kriterium Regelkreisauslegung mittels Bode-Diagramm und Wurzelortskurve
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel/Whiteboard und Beamer/Overheadprojektor Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben

Modulbezeichnung	**Technical English**
Kürzel	TecEng
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Richard Fry, MCLFS
Dozent(in)	Richard Fry, MCLFS
Sprache	Englisch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	empfohlen: Vorkenntnisse der Zielsprache GER B1
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachkompetenz • erweiterte aktive und passive Sprachkompetenzen (Sprechen, Schreiben, Hörverstehen, Lesen) mindestens auf der B2 Sprachkompetenzstufe • fachspezifischer Schwerpunkt: Fachvokabular, Korrespondenz • berufsspezifischer Schwerpunkt: Gesprächsführung, Vorstellungsgespräche Methodenkompetenz • Erwerb von Lernstrategien, die zum autonomen Lernen befähigen; bestimmte Aufgabenstellungen ermöglichen eine Reflexion über die angewandten Strategien Interkulturelle Kompetenz • Verwendung der adäquaten Sprache (z.B. Register, Höflichkeitsformen) in interkulturellen Interaktionen in beruflichen und gesellschaftlichen Situationen • landeskundliche Kenntnisse englischsprachiger Länder Lernkompetenz • Selbstlernkompetenzen verstärkt durch das *Blended Learning* Konzept

Lehrinhalte	• wechselnde technische Themen (z.B. Robotik, Schaltungssysteme, Umwelttechnologie, Erneuerbare Energien) • beruflicher Schriftverkehr: Emails, formale Korrespondenz • technisches Schreiben: Berichterstattung, Prozessablauf • Bewerbungsprozess: Lebenslauf, Bewerbungsschreiben, Vorstellungsgespräch
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	schriftliche Prüfung 120 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Beamer, Tafel, Visualizer
Literatur	Skript

Modulbezeichnung	**Thermodynamik**
Kürzel	Tdyn
Lehrform / SWS	4 SWS, Seminaristischer Unterricht, Übung integriert
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Dozent(in)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL, AU
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der Physik und Mathematik 1 und 2
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen:** Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Das Fachwissen der technischen Thermodynamik im Bereich der Erneuerbaren Energien anwenden und thermodynamische Systeme mittels relevanter Zustandsgrößen beschreiben, • Thermodynamische Prozesse zur Wandlung und Speicherung der elektrischen Energien der Erneuerbaren Energien (insbesondere der Photovoltaik, Windkraft und Geothermie) auf der Basis von idealen Gasen und realen Dämpfen in geeigneten Diagrammen darstellen und die Zustandsänderungen modellieren, • Kreisprozesse der Erneuerbaren Energietechnik qualitativ und quantitativ beschreiben, Prozesse der Energiewandlung, Energieübertragung verstehen, quantitativ darstellen und technisch bewerten. **Methodenkompetenzen:** Nach der Veranstaltung beherrschen die Studierenden praxistauglich wesentliche Berechnungsmethoden der technischen Thermodynamik für die Regenerative Energietechnik.

Lehrinhalte	• **Grundlagen der technischen Thermodynamik** Erlernung der grundlegenden thermodynamischen Zustands- und Prozessgrößen und der Hauptsätze der Thermodynamik, Berechnung von Zustands- und Stoffmengenänderungen in thermodynamischen Systemen, Modellierung von Energiebilanzen und Arbeitsverrichtungen in geschlossenen und offenen Systemen • **Thermodynamische Kreisprozesse** Beschreibung und Quantifizierung von Kreisprozessen der Erneuerbaren Energietechnik mittels idealer und realer Arbeitsmedien (z.B. Gas- und Dampfturbinen auf Basis von EE-Methan, Wärmepumpen, Stirling-Motor auf Basis der Geothermie)
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung
Sonstige Leistungsnachweise	Übungsaufgaben in individueller und gemeinsamer Bearbeitung
Medienformen	Tablet, Beamer, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	E. Doering, H. Schedwill, M. Dehli: Grundlagen der Technischen Thermodynamik, Teubner Verlag G. Cerbe, G. Wilhelms: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag K. Langeheinecke, P. Jany, G. Thieleke, K. Langeheinecke, A. Kaufmann: Thermodynamik für Ingenieure, Springer Vieweg Verlag D. Labuhn, O. Romberg: Keine Panik vor Thermodynamik, Vieweg + Teubner Verlag

3.2 Wahlpflichtmodule

Modulbezeichnung	**Angewandte Numerische Strömungssimulation CFD**
Kürzel	ANSS
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 45h Eigenstudium: 105h
Fachsemester	4 oder 6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Philipp Epple
Dozent(in)	Prof. Dr. Philipp Epple
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	Maschinenbau (Stundenplan siehe ebenda)
Zulassungsvoraussetzungen	
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Strömungsmechanik, Grundkenntnisse partielle Ableitungen und partielle Differentialgleichungen
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden - können die Kontinuitätsgleichung (Massenerhaltung) in Differentialform anwenden und für spezielle Anwendungsfälle vereinfachen - können die Impulsgleichung in Differentialform Anwenden und alle Terme der Gleichung deuten - können unstrukturiere und strukturierte Rechennetze unterscheiden und erzeugen - können Turbulenzmodelle für unterschiedliche Anwendungsfälle verstehen und auswählen - können die theoretischen Grundlagen der Turbomaschinen und die Eulergelichung verstehen und anwenden - können Ventilatoren und Pumpen axialer und radialer Bauweise simulieren - können die theoretischen Grundlagen der Fahrzeugaerodynamik verstehen

	- können Fahrzeuge simulieren, die Ergebnisse auswerten und die aerodynamik von Fahrzeugen optimieren - können die theoretischen Grundlagen der Flugzeugaerodynamik verstehen - können Flugzeuge simulieren, die Ergebnisse auswerten und die Aerodynamik von Flugzeugen optimieren
Lehrinhalte	- Impulsgleichung - Navier-Stokes-Gleichung - Reynolds Averaged Navier Strokes (RANS) - Logarithmisches Wandgesetz - Turbulenzmodelle: Nullgleichungsmodelle, Zweigleichungsmodelle, Reynolds Spannungsmodelle, LES und DES - Unstrukturierte und strukturierte Gitter und Randbedingungen - Kinematische Grundgleichung und die Eulersche Hauptgleichung der Turbomaschinen - Numerische Simulation von Ventilatoren und Pumpen - Theoretische Grundlagen der Fahrzeugaerodynamik: Bernoulli Gleichung, Wuerdruckgleichung, Kontinuiätsgleichung - Numerische Simulation von Fahrzeugen und Optimierung der - Aerodynamik von Fahrzeugen Theoretische Grundlagen der Flugzeugaerodynamik: Auftrieb, Widerstand, Grundlagen der Profiltheorie Numerische Simulation von Flugzeugen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung
Sonstige Leistungsnachweise	
Medienformen	Tafelanschrift, Beamer, ergänzende schriftliche Unterlagen, Videos
Literatur	Lecheler, S.: Numerische Strömungsberechnung, Schneller Einstieg durch anschauliche Beispiele, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Vieweg Teubner Verlag, Wiesbaden 2011. Laurien, E. und Örtel Jr., H.: Numerische Strömungsmechanik. Grundgleichungen und Modelle – Lösungsmethoden –Qualität und Genauigkeit, 4., überarbeitete und erweitere Auflage, Vieweg Teubner Verlag, Wiesbaden 2011. Schwarze, R.: CFD-Modellierung. Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen. Springer Vieweg, Berlin 2013.

	Ferziger, J.H. und Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, Berlin 2008. Tu, J., Yeoh, G.H., Liu,C.: Computational Fluid Dynamics, a Practical Approach, Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2008. Anderson Jr., J.D.: Computational Fluid Dynamics, The Basics with Applications, Mc. Graw-Hill, 1995. Hirsch, C.: Numerical Computation of Internal and External Flows, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2007. Grundlagen der Strömungsmechanik. Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006. Zierep, J, Bühler, K.: Grundzüge der Strömungslehre, 8. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010. Sigloch, Herbert: Technische Fluidmechanik, Springer-Verlag, Berlin 2009. Bohl, W., Elmendorf, W.: Technische Strömungslehre, 13. durchgesehene Auflage, Vogel Buchverlag, Würzburg, 2005. Fox, R., McDonald, A., Pritchard, Ph.: Fluid Mechanics, John Wiley & Sons; Auflage: 8. Auflage, 2011. White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill Education - Europe; 8 Rev ed., 2015.

Modulbezeichnung	**Ausgewählte Themen der Erneuerbaren Energien**
Kürzel	ENAusTh
Lehrform / SWS	4 SWS, Seminaristischer Unterricht, Übungen und Praktikum in einer Vertiefungsrichtung integriert
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium : 90h
Fachsemester	5 und 7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bernd Hüttl
Dozent(in)	Prof. Dr. Michael Rossner / Prof. Dr. Christian Weindl / Prof. Dr. Alexander Stadler / Prof. Dr. Bernd Hüttl
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL und AU
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Elektrische Messtechnik, Grundlagen der Elektrotechnik und elektronischer Bauelemente
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen** Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Ertragsberechnungen für PV-Kraftwerke durch Nutzung des Simulationsprogramms PVSyst durchführen • Technische Charakterisierung eines Stirling-Motors als Kraftmaschine und als Wärmepumpe • Energieflüsse in einem Haus abschätzen und bilanzieren. • Wärmetransport und Temperaturniveaus an einfachen Geometrien berechnen • Wirkungsweise und Grundgleichungen verschiedener thermischer Solarkraftwerke verstehen und anwenden. • Die Grundgleichungen einer Wärmepumpe anwenden, Berechnungen und Auslegung für eine Wärmepumpe eigenständig durchführen • Verständnis von verschiedenen solargestützten Kühlmechanismen. **Methodenkompetenz** Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Ertragssimulationen für PV-Kraftwerke erstellen

	• Kraftmaschinen, wie Stirling-Motor, bemessen • Energiebilanzen für Häuser erstellen • Wärmeberechnungen an Solarthermischen Kraftwerken und Wärmepumpen durchführen
Lehrinhalte	**Praktische Arbeiten am Stirling-Motor-Prüfstand** Betrieb eines Stirling-Motors als Kraftmaschine und Wärmepumpe und Anwendung verschiedener Mess- und Berechnungsmethoden zur technischen Charakterisierung des Systems. **Ertragsanalysen für PV-Kraftwerke** Kennenlernen der Ertragssimulationssoftware PVSyst; Ertragsoptimiertes Design von PV-Anlagen („Roof-Top“, „Building Integrated PV“, Feldanlagen) **Grundlagen der Wärmeleitung, Energiebilanzierungen** Es werden die Mechanismen des Wärmetransportes besprochen und der Energieverbrauch eines Hauses mit Parametervariationen unter Berücksichtigung der solaren Einstrahlung ganzjährig simuliert. **Thermische Solarkollektoren (Nieder- und Hochtemperatur)** Die Wirkungsweise verschiedener solarthermischer Kraftwerke wird besprochen und an exemplarischen Beispielen nachvollzogen. Energien und Temperaturniveaus eines Niedertemperaturkollektors mit Regelung und Speicher wird für verschiedene Arbeitspunkte berechnet. **Wärmepumpen** Die Wirkungsweise von verschiedenen Wärmepumpen in Kühl- und Heizanwendungen wird besprochen, Grundlegende Formeln und Mechanismen erarbeitet und Messungen an einer realen Wärmepumpe durchgeführt.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	praktische Studienarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	
Medienformen:	Tafel, Beamer, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte Dokumente und Projektaufgaben
Literatur:	V. Quaschning: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag H. Häberlin: Photovoltaik, VDE Verlag, B. M. Buchholz; Z. Styczynski: „Smart Grids: Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft“, VDE Verlag, 2014 J. Ekanayake; N. Jenkins; K. Liyanage; J. Wu; A. Yokoyama: “Smart Grid: Technology and Applications”, John Wiley & Sons Publication, 1st Edition , 2012

Modulbezeichnung	**Automatisierungstechnik 1**
Kürzel	Au1
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60h, Eigenstudium: 90h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Matthäus Brela
Dozent(in)	Prof. Dr. Matthäus Brela
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der elektrischen Schaltungstechnik und der technischen Mechanik. Lineare Differentialgleichungen.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen Steuerung und Regelung. • Sie kennen das Grundprinzip ereignisdiskreter Steuerungen und können deren Modellierung auf einfache Beispiele der Automatisierungstechnik anwenden. • Sie kennen ausgewählte Normen speicherprogrammierbarer Steuerungen, Programmiersprachen und können einfache Steuerungsprogramme erstellen. • Sie kennen den Unterschied zwischen analogen, digitalen und binären Signalen und können diese steuerungstechnisch verarbeiten. • Sie kennen den grundlegenden technischen Aufbau von Steuerungs-, Regelungs- und Automatisierungssystemen. • Sie verstehen das Grundprinzip des rückgekoppelten Regelkreises und dessen Zerlegung in unterschiedliche Funktionsblöcke. • Sie kennen den regelungstechnischen Systembegriff und können einfache dynamische Systeme der Elektrotechnik, Mechanik und Verfahrenstechnik mathematisch modellieren.

	• Sie kennen die wichtigsten Reglertypen, können deren Einfluss auf das Systemverhalten analysieren und kennen Anwendungsgebiete sowie Entwurfsmethoden mittels ausgewählter Einstellregeln für die Reglerparameter. • Sie können die grundlegenden Regler softwaretechnisch entwerfen, programmieren und testen.
Lehrinhalte	• **Steuerungstechnik** Ereignisdiskrete Steuerungen, Programmierens nach IEC61131-3 in des Sprachen ST, FUP, KOP, AWL, einlesen von Sensordaten, verarbeiten von Steuerungsdaten und stellen von Aktoren. • **Technik von Steuerungs- und Regelungs- und Automatisierungssystemen** Grundlegender Systemaufbau und Komponenten, Speicherfunktionen, Flankenauswertung, Zeitfunktionen, Taktsignale, Zählfunktionen und weitere Grundverknüpfungen. Programmierung von Übertragungsfunktionen. • **Grundstruktur des Standardregelkreises** Regler, Regelstrecke, Stell- und Messglied, Führungs-, Regel-, Stell- und Störgröße. Darstellung eines Regelkreises als Blockstruktur, Differenzialgleichung, Übertragungsfunktion. • **Regelstrecken** Proportionale und integrierende Regelstrecken mit und ohne Verzögerungszeitkonstanten, Totzeitglied, Beschreibung durch lineare Differentialgleichungen, Ermittlung der Streckenparameter aus der Sprungantwort. • **Regelung** Wichtige Reglertypen, deren Kennwerte und Anwendung, Führungs- und Störverhalten, Einstellregeln zur Optimierung des Regelkreisverhaltens. • **Praktikum:** Erfassung von Sensorsignalen, Einführung in die Bewegungssteuerung, Zusammenwirken von Regler und Strecke
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktischer Leistungsnachweis
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafel, Overhead/Beamer Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben rechnergestützte Entwicklungs- und Simulationsumgebungen

Literatur:	H. Unbehauen: Regelungstechnik I: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme, Fuzzy-Regelsysteme, Vieweg Verlag J. Kahlert: Crash-Kurs Regelungstechnik, VDE Verlag GmbH W. Schneider: Praktische Regelungstechnik, Vieweg+Teubner Verlag F. Tröster: Steuerungs- und Regelungstechnik für Ingenieure, Oldenbourg Wissenschaftsverlag

Modulbezeichnung	**Automatisierungstechnik 2**
Kürzel	Au2
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (1 SWS), Praktikum (3 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EN, EL, IF, VC
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Datenverarbeitung, Grundkenntnisse der SPS-Technik, Grundlagenwissen in der Messtechnik.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden verstehen die Aufgaben jeder Schicht der Automatisierungspyramide. • Sie wissen die grundlegenden Unterschiede zwischen Prozess- und Messmittelfähigkeit sowie Prüfmittelabnahme und Kalibrierung. • Sie können eigenständig Prozess- und Messmittel-fähigkeit bestimmen sowie Qualitätssicherung, Prozessoptimierung und Fehlerdiagnose differenzieren. • Sind in der Lage Prozessfähigkeitskennwerte zu bestimmen und mittels Prozesssimulationen zu optimieren. • Sie sind in der Lage eine Steuerung für zusammenhängende Prozesse zu entwerfen, unterschiedliche Kommunikationsprotokolle einzusetzen, Prozesssteuerungen zu analysieren und zu optimieren. • Sie können einen DC-Motor, Schrittmotor, Achsobjekte und die dazugehörigen Endstufen Inbetriebnehmen. • Sie können Methoden des ConditionMonitoring mathematisch formulieren, anhand praktischer

	Anwendungsszenarien auszuwählen und CM-Software entwickeln. • Sie können Prozesse mittels OPC-UA und MQTT – Protokollen kommunizieren lassen.
Lehrinhalte	• **Automatisierte Produktionsanlagen** Automatisierungsgrad von Produktionsanlagen, Prozessdaten, Prozesstechnik, Verfügbarkeit und OEE. • **Sensorik und Aktorik** Messprinzipien, Anforderungen an Prüfprozesse, Prüfprozessentwicklung und Sensortechnik. • **Prüftechnik und Diagnose** Rechnergestützte Diagnose, Messmittel- und Prozessfähigkeit, etc. • **Kommunikation in der Automatisierungstechnik** Netzwerke, Netzwerktopologie, Netzwerkkomponenten, OSI-Schichtenmodell, Telegrammaufbau, Ethernet und Industrial Ethernet, Übertragungsverfahren in Feldbussen, Token Passing, TDMA, Summenrahmenverfahren, Synchronisationsmechanismen, etc. • **Praktikumsversuche** Prozessoptimierung mit PlantSimulation Kommunikation und Datenaustausch: TCP/IP, OPC-UA, etc. Prozesssteuerung mit Fischertechnik Fabrik
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	praktische Studienarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.
Literatur:	Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.: Handbuch Industrie 4.0, 2. Auflagem, Springer Vieweg, 2017 Goehner, P.: Agentensysteme in der Automatisierungstechnik, 1. Auflage, Springer Vieweg, 2013 Reinheimer, S. (Hrsg.): Industrie 4.0 – Herausforderungen, Konzepte und Praxisbeispiele, 1. Auflage, Springer Vieweg, 2017 Robert Bosch GmbH (Hrsg.): Taschenbuch für Handwerk und Industrie, 6. Auflage, Senner-Druck, Nürtingen, 2017 Seitz, M.: Speicherprogrammierbare Steuerungen für die Fabrik und Prozessautomation, 4. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2015

	Langmann, R.: Taschenbuch der Automatisierung, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2017

Modulbezeichnung	**Autonome Eingebettete Systeme**
Kürzel	AEiSy
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit integriertem Praktikum / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium 90 h
Fachsemester	4 oder 6
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Markus Hager
Dozent(in)	Prof. Dr. Markus Hager
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL, AU, IF, VC
Zulassungsvoraussetzungen	---
Inhaltliche Voraussetzungen	Mikrocomputertechnik (+ Praktikum)
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachkompetenzen**: Die Studierenden erlangen fundiertes fachliches **Grundlagenwissen** … - in der Anwendung von **autonomen eingebetteten Systemen**: Sie kennen die wichtigsten Sensorprinzipien und können diese in Betrieb nehmen. Sie entwickeln und analysieren Algorithmen aus dem Bereich der autonomen Systeme (Routenplanung) Die Studierenden erlernen und üben die **Anwendung** von Mikrocontrollern, insbesondere … - in der **Softwareentwicklung für Mikrocontroller**: Sie können gegebene Anforderungen in ein C-Programmierung umsetzen. Sie können Peripherieeinheiten des Mikrocontrollers in Betrieb nehmen und konfigurieren. Sie können Hard- und Softwarekomponenten zur Realisierung eines komplexen eingebetteten Systems entwickeln (programmieren und testen). - in der Analyse und Umsetzung von **Realzeiteigenschaften**: Sie können asynchrone Ereignisse (Interrupts) erkennen

	und programmieren; typische Ein- und Ausgabegeräte als Reaktion ansteuern. - die Verwendung moderner **Entwicklungs- und Debugging Werkzeuge**: Sie kennen den Softwareentwicklungsprozess und können ein Softwarekonzept im Mikrocontroller umsetzen (Assembler/Compiler, Linker, IDE). **Methodenkompetenz**: Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor … - Strategien zur **Problemlösung**: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken). - Methoden der **Fehlersuche**: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszi, Logikanalysator) Fehler im Quellcode erkennen und beheben. - die Kompetenz, die **Software-Qualität** zu bewerten: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen typische Modelle zur Beschreibung von Software (Flussdiagramm, Sequenzdiagramm, Zustandsdiagramm). - die Befähigung zur **selbständigen** Aneignung und **Anwendung** (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen. **Persönliche Kompetenzen**: Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch … - die **teamorientierte Projektarbeit**: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld autonomer eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren. - **persönliches Zeitmanagement**: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.
Lehrinhalte	Softwareentwurf und -entwicklung: o Modellierung Eingebetteter Systeme (SW-Architektur eingebetteter Systeme) o Endliche Automaten und State Charts o Regelschleifen in eingebetteter Software o Eigenschaften eingebetteter Sensoren o Embedded C und/oder C++ (hardwarenah) o Entwicklung von Gerätetreibern für Sensoren und Aktuatoren

	○ Betrieb von Geräten im Polling- und Interruptmodus Hardware- und Treiberentwicklung: ○ Bedien- und Anzeigeelemente (LED, LCD, Touchscreen) ○ Speicherbausteine / Speicherorganisation ○ Peripherie/Schnittstellen (GPIO, PWM, UART, SPI, …) für Motorantriebe, Sensorauswertungen, Kommunikationssysteme und -protokolle
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Projektarbeit (mit Abschlusspräsentation) und schriftliche Prüfung (45 Min.) (Gewicht 1:1)
Sonstige Leistungsnachweise	---
Medienformen	Folien (Beamer, Zoom) / Tafel / Vorlagen / Mikrocontroller-Entwicklungssysteme (IDE, Debugger, C-Compiler, Simulator) / MC-Robot
Literatur	- Peter Marwedel, „Embedded Systems Design“, 3rd ed., Springer 2017, ISBN-13: 978-3-319-56045-8 - Steve Furber, „ARM-Rechnerarchitekturen für System on Chip-Design“ (deutsche Ausgabe, MITP, ISBN-13: 978-3826608544) oder „ARM System-On-Chip Architecture“ (2. Auflage, englische Ausgabe, Addison-Wesley, ISBN-13: 978-0201675191) - Jürgen Plate, Skript „Embedded Programmierung – Methoden und Verfahren“ - Joseph Yiu: „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829 - Referenz Manuals und Datenblätter (werden bereit gestellt)

Modulbezeichnung	**Computermesstechnik**
Kürzel	Cmt
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit Übungen / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jochen Merhof
Dozent(in)	Prof. Dr. Jochen Merhof
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückungsberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der elektrischen Messtechnik, Grundkenntnisse einer höheren Programmiersprache
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden können einfache Aufgabenstellungen der fertigungsintegrierten Mess- und Prüftechnik analysieren und strukturieren, • Sie können Softwarekonzepte zur rechnerbasierten Messwerterfassung, -auswertung und –darstellung entwerfen und programmtechnisch umsetzen. • Sie kennen die wichtigsten Hardware-Schnittstellen zur Messgeräteankopplung und können einfachere Gerätetreiber selbständig erstellen • Sie verstehen die grundlegende Problematik der digitalen Messwerterfassung und können die Auswirkungen auf die Messergebnisse beurteilen.
Lehrinhalte	Einführung in eine Programmiersprache zur Verarbeitung von Messsignalen Instrumentenschnittstellen RS232, GPIB, USB und LAN-Schnittstelle, Zugriffsmechanismen auf Messgeräte, Messgeräte-Kommandosprache SCPI

	Vernetzte Anwendungen ISO/OSI-Modell der Kommunikation, TCP/IP Protokoll-Stack, lokale Netze und Internet, Server/Client—Architekturen Digitalisierung, Übertragung und Speicherung von Messdaten
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min.
Sonstige Leistungsnachweise	Erstellung von Übungsprogrammen
Medienformen:	Unterricht im Rechnerraum, Beamer und Tafel/Whiteboard, elektronische Arbeitsunterlagen, Programmier- und Rechenübungen.
Literatur:	N. Weichert, M. Wülker: Messtechnik und Messdatenerfassung Oldenbourg 2010 J. Hoffmann, W. Trentmann: Praxis der PC-Messtechnik Hanser 2002 W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW Hanser Fachbuchverlag 2012 B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW Spektrum Akademischer Verlag 2007 J. Kring, J. Travis: LabVIEW for Everyone Prentice Hall 2006

Modulbezeichnung	**Defensive Security Mechanisms**
Kürzel	DefSec
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h (30 h seminaristischer Unterricht, 30 h Laborprojekte) Eigenstudium: 90 h (45 h Nachbereitung seminaristischer Unterricht & Prüfungsvorbereitung, 45 h Übungsaufgaben & Laborübungen)
Fachsemester	5 oder 7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Henning Maier
Dozent(in)	Prof. Dr. Henning Maier
Sprache	Deutsch, Englisch-Kenntnisse vorteilhaft
Nutzung in anderen Studiengängen	IF, VC, AU, EL
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §5 (bzw. §6) Abs. 1 SPO des jew. Studiengangs
Inhaltliche Voraussetzungen	Englisch-Kenntnisse vorteilhaft Grundlegende Kenntnisse zur Kryptographie sehr vorteilhaft Grundlegende Kenntnisse zu Computernetzen vorteilhaft Grundlegende Kenntnisse zu Linux-Systemen vorteilhaft
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachlich-methodische Kompetenzen:** Die Studierenden erlernen grundlegende defensive Sicherheitsmechanismen in IT-Systemen in Theorie und Praxis: • Grundlegende defensive Sicherheitsmodelle, -Architekturen und -Mechanismen verstehen und anwenden • Einschätzung, Bewertung und Dokumentation von Schutzmechanismen vornehmen Die praktische Untersuchung soll auf Linux-basierten Systemen in einer virtualisierten Netzwerk-Umgebung erfolgen: • Einarbeitung in die Nutzung von Linux-Systemen • Defensive Sicherheitsmechanismen zur Härtung von IT-

	Systemen praktisch in einer virtualisierten Infrastruktur konfigurieren, testen und dokumentieren • In Assignment-Aufgaben untersuchen die Studierenden selbstständig praxisnahe defensive Mechansimsen und erarbeiten daraus selbstständig vertiefende Aufgabenstellungen mit zugehörigen Musterlösungen und Demonstratoren **Persönlich-soziale Kompetenzen:** • Studierende präsentieren, diskutieren und bewerten kritisch untereinander ihre konzipierten und umgesetzten Lösungsansätze anhand von Assignment-Aufgaben und Demonstratoren
Lehrinhalte	Die betrachteten Konzepte umfassen u.a.: • Zugriffskontrolle: Authentifizierung & Autorisierung • Multi-Level & Multi-Lateral Sicherheitsmodelle • Netzwerk-Sicherheit • Trusted Computing • Backup & Wiederherstellung • Strategische Cybersecurity Frameworks Diese Konzepte werden in einer Auswahl unterschiedlicher Verfahren praktisch untersucht.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (Gewicht 1), Studien- und Projektarbeit (SPA) (Gewicht 1)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel/Whiteboard, (englisch-sprachige) Vorlesungs- und Arbeitsunterlagen Virtualisierte Netzwerkumgebung
Literatur	• M. Bishop, „*Computer Security: Art and Science*“, Addison Wesley, 2nd Edition, 2018. • W. Stallings, L. Brown, „*Computer Security: Principles and Practice*“, Pearson, 4th Edition, 2018. • R. Anderson, „*Security Engineering*“, Wiley, 3rd Edition, 2020. • J. Schwenk, „*Sicherheit und Kryptographie im Internet*“, Springer Vieweg, 2020. • C. Eckert, „*IT-Sicherheit: Konzepte – Verfahren – Protokolle*“, DeGruyter, 9. Auflage, 2014.

Modulbezeichnung	**Eingebettete Betriebssysteme**
Kürzel	EBSy
Lehrform / SWS	4 SWS: – Seminaristischer Unterricht (2 SWS) – Praktikum (2 SWS)
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	60 h Präsenz (30 h Seminaristischer Unterricht, 30 h Praktikum) 90 h Eigenarbeit (30 h Nachbereitung des Lehrstoffs, 60 h Vorbereitung und Bearbeitung von Praktikumsaufgaben)
Fachsemester	7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Markus Hager
Dozent(in)	Prof. Dr. Markus Hager
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	Wird angeboten für die Studiengänge: EL, IF, AU
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Themenbereichen Rechnerarchitektur, maschinennahe Programmierung (C und Assembler) und Betriebssysteme
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachkompetenzen**: Die Studierenden erlangen fundiertes Fachwissen … – in der Struktur und dem Aufbau von typischen Echtzeitbetriebssystemen für eingebettete Systeme: Sie erkennen, analysieren und bewerten die Komponenten eines eingebetteten Betriebssystems. Sie kennen Beispiele von Betriebssystemen in der Praxis. – in der Ansteuerung der unterliegenden Hardware: Sie beschreiben und erkennen die für die Betriebssystementwicklung relevanten Eigenschaften der Programmiersprache C sowie ARM-Assembler. – in den Mechanismen der Prozessverwaltung eines eingebetteten Betriebssystems: Sie können den Prozesskontext beschreiben, Sie kennen die Methoden der Prozessumschaltung (präemptiv, kooperativ).

	– in Echtzeitsystemen: Sie können ein Tasksystem bezüglich der Echtzeitfähigkeit bewerten. Sie kennen typische Schedulingalgorithmen und können diese anwenden. **Methodenkompetenzen:** Die Studierenden erlangen durch die Durchführung von Projekten im Labor … – die Anwendung von eingebetteten Betriebssystemen: Sie können ein minimales Betriebssystem in der Programmiersprache C anhand von gestuften Aufgabenstellungen eigenständig entwickeln, Fehler finden und korrigieren. – Die Bewertung der SW-Qualität: Sie können nichtfunktionale Eigenschaften, wie z.B. Codelaufzeit, Codegröße und Energieverbrauch analysieren und optimieren. **Persönliche Kompetenzen:** Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch … - die **teamorientierte Projektarbeit**: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren. - **persönliches Zeitmanagement**: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.
Lehrinhalte	– Einführung und Überblick: Begriffe, Definition – Embedded C: Vertiefung für eingebettete Systeme – Prozessorarchitektur: Hardwaregrundlagen ARM Cortex M-Prozessoren, hardwarenahe Programmierung – Prozesse, Speicher (Text-/Daten-/Stacksegmente) und Prozesskontext – Multitasking und Kontextwechsel – Asynchrone Ereignisse: Interrupts und Timer, präemptives Multitasking – Ansteuerung von I/O-Geräten, einfache Gerätetreiber – Schedulingverfahren, Echtzeit-Schedulingverfahren (RMS, EDF) – Prozesskommunikation und -synchronisation: atomare Operationen, Mutexe, Spinlocks und Semaphore
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 Minuten) und praktische Leistungs-nachweise (bearbeitete Aufgaben) im Verhältnis 1:1
Sonstige Leistungsnachweise	–

Medienformen	Beamer / Präsentationsfolien, Praktische Übungen am Rechner / Labor, Moodle
Literatur	• Douglas Comer: „Operating System Design: The Xinu Approach“, Second Edition 2015, Chapman and Hall/CRC, ISBN-13: 978-1498712439 • Joseph Yiu: „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829 • Michael Barr, „Programming Embedded Systems in C and C++“, O'Reilly 1999, ISBN: 1-56592-354-5 • H. Wörn, U. Brinkschulte, “Echtzeitsysteme”, Springer, 2005 • D. Zöbel, W. Albrecht, “Echtzeitsysteme: Grundlagen und Technik” Bonn, Internat. Thomson Publ., 1995 • G. Buzatto: Hard Real-Time Computing Systems. Springer, ISBN 0-387-23137-4. • C.L. Liu, J.W. Layland: Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard-Real-Time Environment. Journal of the Association for Computing Machinery (ACM), 20(1), 1973. • M. Homann: OSEK – Betriebssystem-Standard für Automotive und Embedded Systems. MITP-Verlag, 2. Auflage 2005, ISBN 3-8266-1552-2.

Modulbezeichnung	**Elektromaschinenbau**
Kürzel	Emab
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Seminararbeit (1 SWS)
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL, EN und Maschinenbau
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagenwissen der elektrischen Antriebstechnik.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen • Funktionsweise und den Aufbau elektrischer Maschinen verstehen • die Teilschritte der Herstellung elektrischer Maschinen zu benennen und zu bewerten • die zur Herstellung notwendigen Fertigungsverfahren wiederzugeben • in die Lage sein, die Fertigungskette elektrischer Maschinen ganzheitliche zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.
Lehrinhalte	• Typische Anwendungen / Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus • Elektromagnetische und mechanische Grundlagen elektrischer Maschinen • Grundlegende Motortopologien • Komponenten des Antriebsstrangs • Herstellungsverfahren für Elektroband, Elektroeinzelblech und Blechpaket sowie fertigungsbedingte Einflussfaktoren • Grundlagen der Verlusteffekte und numerischen Analyseverfahren

	• Herstellung hartmagnetischer Materialien sowie Qualitätssicherung und Fehleranalyse • Magnetisierung und Magnetmontage • Wickeltechnik, Imprägnieren und Isolieren • Fertigung der Leistungselektronik • Montageprozesse und Prüftechnik zur Qualitätssicherung am Ende der Wertschöpfungskette • Elektromagnetische Aktuatoren, deren Herstellungsverfahren und Qualitätssicherung • Recycling elektrischer Maschinen und deren Komponenten • Rückführbarkeit und I4.0 im Elektromaschinenbau • Grundlagen der kontaktlosen Energieübertragung und induktiven Ladesysteme • Additive Fertigung im Elektromaschinenbau • Supraleiter-Elektromotoren und Transfersysteme
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Klausur 60 Min. und Seminararbeit (Gewichtung 3:1)
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.
Literatur:	Elektrische Servoantriebe, Manfred Schulze, 2008, ISBN 978-3-446-41459-4 Elektrische Antriebssysteme, Ulrich Riefenstahl, 2. Auflage, 2006, ISBN 3-8351-0029-7 Elektrische Maschinen, Hans-Ulrich Giersch, 2003, ISBN 3-519-46821-2

Modulbezeichnung	**Fortgeschrittene Programmierung**
Kürzel	FProg
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h (35 h Seminaristischer Unterricht, 25 h Übungen) Eigenstudium: 90 h (bzw. 25 h Teilnahme an freiwilliger Laborübung + 65 h Eigenstudium)
Fachsemester	7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Carolin Helbig
Dozent(in)	Prof. Dr. Carolin Helbig
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN (in Semester 7)
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Fundierte Kenntnisse der imperativen Programmierung, etwa aus Programmieren 1 und 2
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden erhalten Kenntnisse in der Programmierung in den Sprachen Python und C++ auf verschiedenen Betriebssystemplattformen. Damit werden sie in die Lage versetzt, kleinere Skripte und C++-Anwendungen selbst zu erstellen und größere zu verstehen und zu warten. Der Schwerpunkt liegt mit ca. 2/3 der Veranstaltung auf der Sprache C++.
Lehrinhalte	Python: Geschichte von Python, Operatoren und Datentypen, Variablen, Kommentare, Kontrollstrukturen, Funktionen, Module, Dateien, Ausnahmebehandlung, Klassen, Objekte, Vererbung C++: Unterschiede zu C: Die C++-Programmiersprache, Ein- und Ausgabekanäle, Namensräume, Referenzen und Parameterübergabe, Vorgabewerte für Parameter, Dynamische Speicherverwaltung Klassen und Objekte: Klassendeklaration und –definition, Objekte von Klassen, Zugriffsbeschränkungen, Freunde, Zugriffsroutinen, Konstruktoren, Standardkonstruktor,

	Initialisierung mit Listen, Kopierkonstruktor, Typumwandlungskonstruktor, Destruktoren, Inline-Funktionen, Vererbung: Basisklassen und abgeleitete Klassen, Vererbung in C++, Erzeugung von Unterklassenobjekten, Zugriffsbeschränkungen Polymorphismus: Grundprinzip, Virtuelle Methoden, Virtuelle Destruktoren, rein virtuelle Funktionen und abstrakte Klassen Templates: Funktionstemplates, Klassentemplates, Operatoren zur Typumwandlung Die STL: die Containerklassen der C++-Standardbibliothek: Strings, Container, Iteratoren, Algorithmen, Speichermanagement Ausnahmebehandlung (Exceptions) Dateien und Ströme: Ein- und Ausgabe mit Dateien, Positionierung, Ausgabeformatierung Überladen von Operatoren: Operatorfunktionen, Indexoperator, Zuweisungsoperator, Mathematische Operatoren, Ein- und Ausgabeoperator
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 Minuten) als computergestützte Präsenzprüfung
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer und Tafel/Whiteboard, Elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, Gedrucktes ausführliches Skript (ca. 300 Seiten), E-Learning-Umgebung Moodle mit Selbsttests
Literatur	T. Wieland: C++-Entwicklung mit Linux. dpunkt-Verlag, 2004 E.-E. Doberkat: Python 3 – Ein Lehr- und Arbeitsbuch. De Gruyter, 2018 S. Dörn: Python lernen in abgeschlossenen Lerneinheiten. Springer-Vieweg, 2020 C. Schäfer: Schnellstart Python. Springer-Spektrum, 2019 B. Stroustrup: Die C++-Programmiersprache. Addison-Wesley, 2000 U. Kirch, P. Prinz: C++ Lernen und professional anwenden, mitp, 8. Auflage, 2018 B. Stroustrup: Die C++-Programmiersprache. Hanser, 2015 U. Breymann: Der C++-Programmierer, Hanser-Verlag, 5. Aufl., 2017 B. Stroustrup: Eine Tour durch C++, Hanser, 2015 A. Wilms: C++: eine kompakte Einführung, dpunkt-Verlag, 2015

Modulbezeichnung	**IT-Sicherheit**
Kürzel	ITS
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h (30 h Seminaristischer Unterricht, 30 h Übungs- und Programmieraufgaben) Eigenstudium: 90 h (40 h Vor- und Nachbereitung des Lehrmaterials & Prüfungsvorbereitung, 25 h Übungsaufgaben, 25 h Laborübungen)
Fachsemester	4 oder 6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Henning Maier
Dozent(in)	Prof. Dr. Henning Maier
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	VC, Elektrotechnik AU, EL, EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §5 (bzw. §6) Abs. 1 SPO des jew. Studiengangs
Inhaltliche Voraussetzungen	Kenntnisse empfohlen aus: • insb. „Diskrete Mathematik“ • insb. „Fortgeschrittene Programmierung“ • „Computernetze“ • „Stochastik“
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-Methodische Kompetenzen: • Verstehen und anwenden erforderlicher mathematischer Grundlagen zur Verwendung in der Kryptographie • Verstehen und anwenden elementarer kryptographischer Schutz- und Angriffsverfahren • Einordnen wichtiger Praxis-relevanter kryptographischer Techniken • Zusammenspiel diverser kryptographischer Verfahren am Beispiel des Transport Layer Security (TLS) Protokols • Überprüfung eigener Berechnungen auf Korrektheit • Problemstellungen selbst vertiefend programmieren und

	ggf. visualisieren • Anwenden der kryptographischen Techniken mittels gängiger Software-Werkzeuge • Sensibilität zur Post-Quanten-Sicherheit Persönlich-soziale Kompetenzen: • Eigenständige und strukturierte Erarbeitung und Einordnung in für die IT-Sicherheit relevante Verfahren • Verknüpfung verschiedener fachlicher Disziplinen im vielseitigen Kontext der IT-Sicherheit • Selbstständig eigene Aufgaben mit Musterlösung konzipieren und miteinander diskutieren • Strategien & Methoden zum selbstständigen Arbeiten (insb. effiziente Prüfungsvorbereitung & -bearbeitung)
Lehrinhalte	Grundbegriffe der Kryptographie Klassische Verschlüsselungsverfahren Grundlagen der Kryptoanalyse Endliche Zahlenmengen und Restklassen, Galois-Körper Blockchiffren und Operationsmodi Primzahlen, Faktorisierungsproblem Modulare Exponentiation, Diskreter Logarithmus Public-Key Kryptographie (RSA, Diffie-Hellman) Erzeugung und Test kryptographisch sicherer Zufallszahlen Kryptographische Hashfunktionen, Hash-Trees Message Authentication Codes (MAC) Digitale Signaturen (RSA Signatur) Digitale Zertifikate (X.509), Public-Key Infrastructures (PKI) Transport Layer Security (TLS) Anwendung kryptographischer Software-Werkzeuge
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 Minuten) (Gewicht 1) praktische Studienarbeit (Gewicht 1)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer und Tafel/Whiteboard Vorlesungs- und Arbeitsdokumente Code-Beispiele (Python/Jupyter-Notebooks) Entwicklung in Virtualisierungs-/Container-Umgebung
Literatur	• C. Paar, J. Pelzl: Kryptografie verständlich, Springer Vieweg, 2016

	• S. Spitz, M. Pramateftakis, J. Swoboda: Kryptographie und IT-Sicherheit, 2. Auflage, Vieweg Teubner, 2011 • J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie. Springer Verlag, 6. Auflage, 2016 • J. Ziegenbalg: Elementare Zahlentheorie, Springer Spektrum, 2. Auflage, 2015 • A. Menezes, P. Oorschot und S. Vanstone. CRC Press, Handbook of Applied Cryptography, 5. Aufl. 2001.

Modulbezeichnung	**Künstliche Intelligenz 1**
Kürzel	KI1
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	150h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Florian Mittag
Dozent(in)	Prof. Dr. Michael Sammeth
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	Visual Computing B.Sc.
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der imperativen Programmierung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen: Studierende sollen • die grundlegenden Konzepte und Begriffe der Künstlichen Intelligenz kennen. • grundlegende Algorithmen der Künstlichen Intelligenz und Verfahren zur Problemlösung durch Suche kennen, verstehen und anwenden können • die Rahmenbedingungen und relevanten Eigenschaften von Problemstellungen kennen und bestimmen können. • die vorgestellten Algorithmen implementieren und zur Lösung von Problemen einsetzen können Persönliche-Soziale Kompetenzen: Studierende sollen • die gesellschaftlichen Einflüsse und ethischen Aspekte der vorgestellten Verfahren untereinander diskutieren, analysieren und eigenständig bewerten können. • Verfahren der Künstlichen Intelligenz anhand aktueller Entwicklungen und Ereignisse einordnen, analysieren und bewerten können.

Lehrinhalte	• Was ist KI?
	• Intelligente Agenten (symbolische KI)
	• Problemlösen durch Suche
	  ○ Tiefen- und Breitensuche
	  ○ A*, RBFS (kürzeste Route)
	  ○ Suche im kontinuierlichen Suchraum
	  ○ Suche mit Nicht-Determinismus
	  ○ Suche mit versteckten Zuständen
	• Suche in Spielen (mit Gegnern)
	  ○ Alpha-Beta-Pruning
	  ○ Heuristische Echtzeit-Entscheidungen
	  ○ Stochastische Spiele

Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 Minuten)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel, Lernmanagementsysteme (Moodle), praktische Übungen
Literatur	Russell, Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Addison Wesley, jeweils in der neusten Auflage

Modulbezeichnung	**Künstliche Intelligenz 2**
Kürzel	KI 2
Lehrform / SWS	4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	150h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Florian Mittag
Dozent(in)	Prof. Dr. Thomas Wieland
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	Visual Computing Bachelor
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §5 Abs. 1 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der imperativen Programmierung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Kompetenzen: Studierende sollen • die grundlegenden Konzepte und Begriffe der Künstlichen Intelligenz kennen. • einfache Probleme durch Aussagenlogik und Prädikatenlogik darstellen und algorithmisch lösen können. • Grundkenntnisse Bayesscher Wahrscheinlichkeitslehre verstehen und rationale Agenten zur Lösung von Problemen mit Wahrscheinlichkeiten programmieren können. • Algorithmen zum Lernen durch Beispiele kennen und verstehen und zur Problemlösung einsetzen können. Persönliche-Soziale Kompetenzen: Studierende sollen • die gesellschaftlichen Einflüsse und ethischen Aspekte der vorgestellten Verfahren untereinander diskutieren, analysieren und eigenständig bewerten können. • Verfahren der Künstlichen Intelligenz anhand aktueller Entwicklungen und Ereignisse einordnen, analysieren und bewerten können.

Lehrinhalte	• Logische Agenten
	  ○ Aussagenlogik und Prädikatenlogik 1. Stufe
	  ○ Wissensrepräsentation durch Logik
	  ○ Forward / Backward Chaining und Resolution
	• Probabilistisches Schließen
	  ○ Bayessche Wahrscheinlichkeit
	  ○ Hidden Markov Models
	• Lernen durch Beispiele / Maschinelles Lernen

Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 Minuten)
Sonstige Leistungsnachweise	-
Medienformen	Beamer, Tafel, Lernmanagementsysteme (Moodle), praktische Übungen
Literatur	Russell, Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Addison Wesley, jeweils in der neusten Auflage

Modulbezeichnung	**Motion Control**
Kürzel	MoCo
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela, Prof. Dr.-Ing. Jochen Merhof
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EN und EL
Zulassungsvoraussetzungen	-
Inhaltliche Voraussetzungen	Physikalische Gesetze translatorischer und rotatorischer Bewegungen, Grundkenntnisse der SPS-Technik und-Programmiersprachen, Grundkenntnisse der Mess- und Regelungstechnik.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden sind in der Lage, technische Bewegungsabläufe zu analysieren und mathematisch zu beschreiben. • Sie sind in der Lage die Architektur der Bewegungssteuerung wiederzugeben und die grundlegenden Auslegungskriterien zu beschreiben. • Sie kennen die gebräuchlichen mechanischen Vorrichtungen zur Ausführung eindimensionale Bewegungsvorgänge und können unterschiedliche Positionieraufgaben unterscheiden. • Sie kennen die grundlegenden kinematischen Zusammenhänge mechanisch nicht gekoppelter und mechanisch gekoppelter Bewegungsachsen und können Positionen und Geschwindigkeiten in unterschiedlichen Bezugssystemen ausdrücken. • Sie sind in der Lage Positions-, Winkel- und Beschleunigungsmesssysteme für die Bewegungssteuerung auszulegen.

	• Sie können das Problem der EMV beschreiben und sind in der Lage resultierende Fehler in der Laufeigenschaft zu berechnen. • Sie kennen die Aufgaben der Synchronisation und der Interpolation von Bewegungsachsen und die dafür gebräuchlichen Methoden und Konzepte. • Sie können den Leistungsfluss längs einer Positionierachse analysieren und einfache Antriebsstränge dynamisch auslegen. • Sie verstehen das Konzept der Kaskadenregelung zur Bewegungsführung. • Sie kennen die mathematischen Grundlagen der Maschinendynamik und können diese Anwenden.. • Sie kennen die Funktionsweise der Motion Control Bausteine nach PLCopen und können einfache Positionieraufgaben mit diesen Bausteinen programmieren
Lehrinhalte	• **Kinematische Zusammenhänge** Grundlegende Beschreibung rotatorischer und translatorischer Bewegungsabläufe, eindimensionalen Positioniervorgänge, Synchronbewegungen mechanisch nicht gekoppelter Achsen, Zweidimensionale Bewegungsabläufe mit Hilfe offener oder geschlossener kinematischer Ketten, Bezugskoordinatensysteme und, Koordinatentransformationen, Dreidimensionale Positionier- und Orientierungsbewegungen im Raum durch Kombination von Bewegungsachsen. • **Dynamische Zusammenhänge** Leistungsfluss und Vierquadrantenbetrieb**,** Kraft- und Drehmomentübersetzung**,** Massen und Trägheitsmomente**,** Schwingungsdynamik. • **Regelungstechnische Zusammenhänge** Strom- und Drehmomentführung**,** Geschwindigkeitsführung**,** Positionsführung. • **Sensormessprinzip für Bewegungsautomation** Relativ / Absolut**,** Positionssensoren**,** Drehzahl- und Geschwindigkeitssensoren**,** Beschleunigungssensoren**,** Kraft- und Drehmomentsensoren. • **Diagnosesysteme und Sicherheit** Motordaten**,** Servicedaten**,** Diagnosedaten**,** Scope-Überwachung**,** Sicherungsfunktionen • **Antriebssteuerung** Auslegung, Inbetriebnahme und Ansteuerung eines Schrittmotors**,** Auslegung, Inbetriebnahme und Ansteuerung eines Servomotors. • **Motion Control-Bausteine nach PLCopen** MC-MoveAbsolute, MC-Power, MC-MoveRelative, MC-MoveJog, MC-CamIn, MC-MoveVelocity, weitere Grundlegende MC-Bausteine. • **Praktikumsversuche**

	Grundlegende Positioniervorgänge, Interpolation von Achsbewegungen, Synchronisation mechanisch unabhängiger Achsen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen
Literatur	Kiel E.: Antriebslösungen – Mechatronik für Produktion und Logistik Springer 2007 Groß, Hamann u.a.: Technik elektrischer Vorschubantriebe in der Fertigungs- und Automatisierungstechnik, Publicus Corporate Publishing 2012 Heimann, B. u.a.: Mechatronik: Komponenten-Methoden-Beispiele Carl Hanser 2007 Weidauer, Jens, Elektrische Antriebstechnik, Grundlagen – Auslegung – Anwendungen – Lösungen. Publicis Corporate Publishing 2008 Weck, M. u.a., Werkzeugmaschinen 3 – Mechatronische Systeme, Vorschubantriebe, Prozessdiagnose. Springer Vieweg Verlag, 2006 Reif, K.: Sensoren im Kraftfahrzeug, 3. Auflage, Springer Vieweg Verlag, 2016 Brosch, P. F.: Taschenbuch der Antriebstechnik - Messsysteme für E-Antriebe, Carl Hanser Verlag, 2014

Modulbezeichnung	**Netz- und Betriebsmitteldiagnose**
Kürzel	NBd
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung integriert, Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium : 90 h
Fachsemester	7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Christian Weindl
Dozent(in)	Prof. Dr. Christian Weindl
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL, EN
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagenwissen in der Elektrotechnik/ Elektrischen Energieversorgung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachliche Kompetenzen Nach der Veranstaltung können die Studierenden: • Kenntnisse zum Aufbau wichtiger Betriebsmittel und Isoliersysteme anwenden • Verstehen der Betriebsweise elektrischer Netze und der Einflüsse durch Liberalisierung und regenerative Nutzung • Verstehen der physikalische Grundlagen von Alterungsprozessen bei unterschiedlichen Belastungen • Kenntnisse zu dielektrischen Diagnoseverfahren, diagnostischen Größen und dielektrischen Werkstoffen • Verstehen von Teilentladungsmessungen, Verfahren zur Ortung und zum Online-Monitoring & deren Interpretation • Kenntnisse zu gleichspannungsbasierten Diagnosemethoden & zu ortsauflösenden dielektrischen Methoden • Kenntnisse zu physikalischen Kennwerten und Ersatzschaltbildern elektrischer Isolierstoffe • Einordnen von Modellen zur Zustandsbeschreibung & Restlebensdauerabschätzung • Kennnisse zur Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit und Ausfallverteilungen

	• Verstehen und Anwenden unterschiedlicher Alterungsmodellen: Arrhenius-Modell, Inverse-Power-Law, Multifaktor-Alterungsmodelle Methodenkompetenz Nach der Veranstaltung können die Studierenden die Einflussgrößen der Netz- und Betriebsmittelbelastungen auf die Komponenten elektrischer Energiesysteme verstehen und einordnen. Sie haben ein Verständnis für die Auswirkungen von Belastungen auf Betrieb, Instandhaltung und das Asset-Management von Anlagen entwickelt und kennen Verfahren, um in diesen Bereichen durch diagnosetechnische Methoden wirtschaftliche, d.h. am Betriebsmittelzustand orientierte Maßnahmen und Strategien einzusetzen.
Lehrinhalte	Aufbau wichtiger Betriebsmittel elektrischer Energieversorgungsnetze und der verwendeten Isoliersysteme Betriebsweise elektrischer Netze - Einflüsse der Liberalisierung und dezentraler, regenerativer Nutzung Physikalische Grundlagen von Alterungsprozessen: Thermische, (di)elektrische, mechanische Alterungsvorgänge Dielektrische Diagnoseverfahren: Primitivität, Polarisation, Polarisationsarten, Verlustwinkel, Verlustfaktor und Kapazität dielektrischer Werkstoffe Teilentladungsmessungen: Funktionsweise und Messprinzip, prinzipielle Klassifizierung, Grenzwerte und Interpretation, Verfahren zur Ortung und zum Online-Monitoring Gleichspannungsbasierte Diagnosemethoden & Verfahren zur ortsauflösenden Messung dielektrischer Eigenschaften Unterscheidung der Verluste und Abhängigkeiten dielektrischer Kenngrößen (f, T, U, Betriebsalter, etc.) Physikalische Kennwerte & Ersatzschaltbilder elektrischer Isolierstoffe Modelle zur Zustandsbeschreibung & Restlebensdauerevaluierung, Beschreibung von Alterungszustand & Restlebensdauer Verfahren zur Bestimmung des Alterungsverhaltens: Kriterien zur Zustandsbewertung, Statistik, Datenreduktion Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit , Ausfallverteilungen: Badewannenkurven, Normal- und Weibull-Verteilung Eigenschaften von Alterungsmodellen: Arrhenius-Modell, Inverse-Power-Law, Multifaktor-Alterungsmodelle Praktikum: - Dielektrische Messungen und Vergleich unterschiedlich vorgealterten Mittelspannungskabel bei 50 Hz - Analyse gleichspannungsbasierter Diagnosemessungen für qualitativ unterschiedliche Prüflinge

	- Entwicklung von Zustandskriterien und Grenzwerten anhand der Messergebnisse Rechnungen zu Betriebsmittelbelastungen, Alterungsfaktoren und Ausfallwahrscheinlichkeiten
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	E. Ivers-Tiffee and W. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik. Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2007 Wayne Nelson, Accellerated Testing - Statistical Models, Test Plants and Data Analysis. New-Jersey: John Wiles & Sons Inc., 1990 Klaus Graebig, Formelsammlung zu den statistischen Methoden des Qualitätsmanagements, 3rd ed., DGQ - Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V., Ed. Berlin: Beuth-Verlag, 2006 Strömer, Mathematische Therie der Zuverlässigkeit - Einführung und Anwendung. München, Wien: Oldenburg Verlag, 1983 W. Mosch and W. Hauschild, Statistical Techniques for HV Engineering. LondonGreat Britain, United Kingdom: Peter Peregrinus, 1992 Power & Energy Society IEEE, "IEEE Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems", IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, Standard 400-2001 2001 Andreas Küchler, Hochspannungstechnik. Berlin: Springer-Verlag, 2009 G. Herold, Elektrische Energieversorgung I: Drehstromsysteme - Leistungen - Wirtschaftlichkeit., 3rd ed. Willburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2011 G. Herold, Elektrische Energieversorgung II: Parameter Elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel - Transformatoren, 2nd ed. Willburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2008

Modulbezeichnung	**Photovoltaik**
Kürzel	PV
Lehrform / SWS	4 SWS, Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung inte-griert, Praktikum (1 SWS)
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bernd Hüttl
Dozent(in)	Prof. Dr. Bernd Hüttl
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL, AU
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der Elektrotechnik, elektronischer Bauelemente, Physik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen:** Nach der Veranstaltung können die Studierenden die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten einsetzen, • zur qualitativen und quantitativen Beschreibung der Wirkungsweise photovoltaischer Systeme, • zur Auslegung photovoltaische Systeme, • zur Erstellung von Ertragsprognosen für photovoltaische Anlagen bei Kenntnis der energiemeteorologischen Bedingungen, • zur Durchführung von Labormessungen, u.a. unter Standardbedingungen, an photovoltaischen Komponenten zur Bestimmung wesentlicher technischer Parameter. **Methodenkompetenzen:** Nach der Veranstaltung können die Studierenden wesentliche Messmethoden der Photovoltaik sicher und praxistaug-lich anwenden.

	Sozialkompetenzen: Die praktische Arbeit in Projektgruppen entwickelt die Fähigkeit, Aufgabenstellungen im Team zu lösen.
Lehrinhalte	• **Energiemeteorologie der Photovoltaik** Erlernung der spektralen, direkten und diffusen Eigenschaften der Solarstrahlung sowie des Solarenergieangebots auf geneigten photovoltaischen Generatoren und Erlernung des Einflusses von variablen Temperaturen auf Generatoren • **Halbleitertechnologische Aspekte von Solarzellen** Vertiefung des pn-Halbleitermodells und Anwendung auf Solarzellen, Umgang mit spezifischen Parametern von Solarzellen und Berechnung des Solarzellenzwirkungsgrades, Verschaltung von Solarzellen zu Modulen, Erlernung von Zelltechnologien (Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen) • **Photovoltaische Systemtechnik** Erlernung der wesentlichen Komponenten von netzgekoppelten und autarken Anlagen (Generatoren, Stringtechnologien, Wechselrichter, Netzverknüpfungssysteme, Speicher und Energiemanagementsysteme) und Auslegung solcher Komponenten • **Ertragsberechnungen** Anstellung von Ertragsprognosen auf Basis der Einstrahlungsverhältnisse und der Systemtechnik, Bewertung der Wirtschaftlichkeit
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	Übungsaufgaben für „MicroCredits“
Medienformen	Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben
Literatur	V. Quaschning: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag H. Häberlin: Photovoltaik, VDE Verlag V. Wesselak, T. Schabbach: Regenerative Energietechnik, Springer Verlag K. Mertens: Photovoltaik, Hanser Verlag

Modulbezeichnung	**Projekt Erneuerbare Energien 1**
Kürzel	En1Pr
Lehrform / SWS	Projektarbeit / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5 (oder 7)
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rossner
Dozent(in)	Professoren aus der Elektro- und Informationstechnik
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Kenntnisse in den Pflichtmodulen der Erneuerbaren Energien. Grundlagen der Hochspannungstechnik, Elektrischen Energiewandlung und Thermodynamik liegen vor.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen** Nach der Veranstaltung haben die Studierenden • Vertiefte Erfahrungen auf den Gebieten der Photovoltaik oder Leistungselektronik oder Hochspannungstechnik • Anwendung von spezifischen Simulationstools • Kenntnis spezifischer Messverfahren • Erstellung eigenständiger problembezogener Versuchsanordnungen • Auswertung und Interpretation komplexerer Messaufgaben • Eigenständiges, problembezogenes Recherchieren **Fachübergreifende Kompetenzen** Methodenkompetenz • Projekte aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien planen und steuern Sozialkompetenz • Projekte im Team zu bearbeiten Selbstkompetenz

	• Projekte hinsichtlich Ihrer Zeit- und Aufgabenverteilung selbstständig zu managen
Lehrinhalte	Wechselnde Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien werden bearbeitet. Die Projekte basieren auf folgenden Themenschwerpunkten: • Elektrische und Magnetische Felder • Kopplung elektrischer und thermischer Phänomene • Spezielle Anforderungen der Messtechnik • Evaluierung großer Datenmengen Verschiedene Simulationstools kommen zum Einsatz.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen:	Projektarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	Keine
Medienformen	
Literatur	projektabhängig

Modulbezeichnung	**Projekt Erneuerbare Energien 2**
Kürzel	En2 Pr
Lehrform / SWS	Projektarbeit / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5 (oder 7)
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rossner
Dozent(in)	Professoren aus der Elektro- und Informationstechnik
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Kenntnisse in den Pflichtmodulen der Erneuerbaren Energien. Grundlagen der Hochspannungstechnik, Elektrischen Energiewandlung und Thermodynamik liegen vor.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen** Nach der Veranstaltung haben die Studierenden • Vertiefte Erfahrungen auf den Gebieten der Photovoltaik oder Leistungselektronik oder Hochspannungstechnik • Anwendung von spezifischen Simulationstools • Kenntnis spezifischer Messverfahren • Erstellung eigenständiger problembezogener Versuchsanordnungen • Auswertung und Interpretation komplexerer Messaufgaben • Eigenständiges, problembezogenes Recherchieren **Fachübergreifende Kompetenzen** Methodenkompetenz • Projekte aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien planen und steuern Sozialkompetenz • Projekte im Team zu bearbeiten Selbstkompetenz

	• Projekte hinsichtlich Ihrer Zeit- und Aufgabenverteilung selbstständig zu managen
Lehrinhalte	Wechselnde Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien werden bearbeitet. Die Projekte basieren auf folgenden Themenschwerpunkten: • Elektrische und Magnetische Felder • Kopplung elektrischer und thermischer Phänomene • Spezielle Anforderungen der Messtechnik • Evaluierung großer Datenmengen Verschiedene Simulationstools kommen zum Einsatz.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen:	Projektarbeit
Sonstige Leistungsnachweise	Keine
Medienformen	
Literatur	projektabhängig

Modulbezeichnung	**Regelung elektrischer Antriebe und Stromrichter**
Kürzel	ReAS
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Dozent(in)	Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Vorkenntnisse über den Aufbau, Wirkungsweise und diverse Kennlinien der Gleichstrom-, Asynchron- und Synchronmaschinen so wie die Stromrichter aus den Fächern „Elektrische Antriebe und Netze“ und „Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik“
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die grundliegenden regelungstechnischen Aufgabenstellungen in der Antriebs- und Stromrichtertechnik und können diese Aufgaben analysieren und bearbeiten. Sie können das mechanische sowie das elektrische Teilsystem eines Antriebs, bestehend aus dem Stromrichter, der Antriebs- und der Lastmaschine, anhand ihrer Wirkungsweise mathematisch beschreiben und modellieren. Sie kennen das dynamische Modell der Gleichstrommaschine, der Synchron- und der Asynchronmaschine und des Stromrichters und können diese in Regelkreise integrieren, die Regelkreise analysieren und entsprechend der Gütekenngrößen Regler für die Antriebe mit diesen Maschinen entwerfen. Die Studierenden kennen basierend auf den Regelungen der Drehstromantriebe die Regelung des netzseitigen Stromrichters (Gleichrichters) und können Regler für diesen Stromrichter entwerfen. Die Studierenden sind in der Lage durch Simulationen oder Praktikumsversuche ihre Erkenntnisse zu verifizieren und ihre Kenntnisse zu vertiefen.

Lehrinhalte	• Grundlegende Aufgabenstellungen in der Antriebs- und Stromrichtertechnik • Mechanisches Teilsystem (Modelbildung beim starren Verbund und beim Zweimassenschwinger, Torsionsmoment einer zylindrischen Welle, Prinzipielle Drehzahlregelung eines starren Verbunds aus der elektrischen Antriebsmaschine und der Lastmaschine, Regelungstechnische Gütekriterien, Reglerentwurf nach symmetrischem und dem Betrags-Optimum) • Elektrisches Teilsystem bei der Gleichstrommaschine (Rückblick über die Wirkungsweise der Gleichstrommaschine, Modelbildung der Gleichstrommaschine) • Regelung eines Antriebs mit der Gleichstrommaschine (Drehzahl- und Moment, bzw. Stromregelung der Gleichstrommaschine, Gütekriterien und Reglerentwurf, Wirkungsweise und Regelung der bürstenlosen Gleichstrommaschine) • Elektrisches Teilsystem bei den Drehstrommaschinen (Funktionsweise und Modelbildung der Synchron- und Asynchronmaschinen, Raumzeiger, Raumzeigerdarstellung der Ströme und der Spannungen dreiphasiger Wicklungssysteme, Transformation und Rücktransformation zwischen dem Polar- und dem kartesischen Koordinatensystem, Transformation und Rücktransformation zwischen ortsfestem und rotierendem Koordinatensystem, Wirk- und Blindleistung mit Raumzeigerkomponenten) • Regelung eines Antriebs mit den Drehstrommaschinen (Stromregelung im rotierenden Koordinatensystem, Beschreibung der Regelstrecke, Entkopplung der momentbildenden und feldbildenden Stromregelkreise) • Regelung der Synchronmaschine (Synchronmotor mit Frequenzsteuerung, dynamische Beschreibung der Synchronmaschine im rotororientierten Koordinatensystem, rotorflussorientierte Regelung, statorflussorientierte Regelung, Stromrichtermotor) • Regelung der Asynchronmaschine (Asynchronmaschine mit Spannungs-Frequenz-Steuerung, Asynchronmotor mit Statorstrom-Rotorfrequenzsteuerung, Modell der Asynchronmaschine im rotorflussorientierten Koordinatensystem, rotorfluss- bzw. feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine, indirekte Feldorientierung, Rotorflussermittlung durch

	Spannungs- bzw. Strommodell, Kombination der Spannungs- und Strommodelle) • Regelung des netzseitigen Stromrichter (Anforderungen an dem netzseitigen Stromrichter, Rückblick über den netzgeführten und selbstgeführten Stromrichter, Steuerung eines selbstgeführten Stromrichter, Regelung eines kreisstromfreien bzw. kreisstrombehafteten Umkehrstromrichter, Stromregelkreis des netzseitigen selbstgeführten Stromrichter im rotierenden Koordinatensystem, Netzsynchronisation durch PLL, Raumzeigermodulation) • Ist-Wert-Erfassung bei der Regelung elektrischer Antriebe und Stromrichter (Stromerfassung, Spannungserfassung, Lage- bzw. Drehzahlerfassung)
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 Minuten) und praktische Leistungsnachweise
Sonstige Leistungsnachweise	Keine
Medienformen:	Tafel, Overhead/Beamer/ Visualizer/ Whiteboard Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, praktische Übungen am Prüfstand im Labor
Literatur:	- Werner Leonard, Regelung elektrischer Antriebe, Springer Verlag, 2000 - Dirk Schröder, Elektrische Antriebe - Grundlagen, Springer Verlag, 2009 - Dirk Schröder, Elektrische Antriebe - Regelung von Antrieben, Springer Verlag, 1994 - Gerhard Pfaff, Regelung elektrischer Antriebe I – Eigenschaften, Gleichungen und Strukturbilder der Motoren, Oldenburg Verlag, 1991 - Gerhard Pfaff, Regelung elektrische Antriebe II – Geregelte Gleichstromantriebe, Oldenburg Verlag, 1988 - Helmut Späth, Steuerverfahren für Drehstrommaschinen: Theoretische Grundlagen, Springer Verlag, 1983

Modulbezeichnung	**Regelungstechnik 2**
Kürzel	Rt2
Lehrform / SWS	Pr / 2 SWS, Seminar / 2 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6 oder 7
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Kühnlenz
Dozent(in)	Prof. Dr. Kühnlenz
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL und EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Mathematik 1 und 2, Programmieren 1 und 2, Regelungstechnik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Lehrveranstaltung Moderne Methoden der Regelungstechnik (Seminar): • Die Studierenden kennen und verstehen ausgewählte Methoden der modernen Regelungstechnik, u.a. Zustandsregelung, Polplatzierung, Adaptive Regelung, Modellprädiktive Regelung, Beobachter. Lehrveranstaltung Praktikum Regelungstechnik: • Sie können Streckenparameter, die das Übertragungsverhalten bestimmen, messtechnisch ermitteln. • Sie können einen Reglerentwurf theoretisch und simulationsgestützt durchführen. • Sie können für unterschiedliche Regelstrecken einen Regelkreis in Betrieb setzen und die Reglerparameter hinsichtlich Führungs- oder Störverhalten optimieren. • Sie können die Stabilität von Regelkreisen beurteilen und wissen, durch welche Maßnahmen diese ggf. verbessert werden kann.
Lehrinhalte	Das Modul besteht aus zwei Lehrveranstaltungen:

	• Moderne Methoden der Regelungstechnik (Seminar, 2 SWS) • Praktikum Regelungstechnik (Pr, 2 SWS). Inhalte Moderne Methoden der Regelungstechnik: • Wechselnde Inhalte der modernen Regelungstechnik, z.B. Zustandsregelung, Polplatzierung, Adaptive Regelung, Modellprädiktive Regelung, Beobachter und weitere. • Jeder Teilnehmer präsentiert ein methodisches Thema in Form eines Lehrvortrags auf Basis einer Folienpräsentation und erstellt ein didaktisch aufbereitetes Handout für die übrigen Teilnehmer. Das Thema wird in einer anschließenden Gruppendiskussion vertieft. Inhalte Praktikum Regelungstechnik: • Der Praktikumsteil beinhaltet praktische Versuche zur Streckenmodellierung, Parameteridentifikation, und Reglersynthese.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Studienbegleitender Leistungsnachweis (ca. 30min Lehrvortrag und Handout) und praktische Teilstudienarbeit (Praktikumsausarbeitung). Die Endnote wird zu gleichen Teilen aus den beiden Einzelnoten gebildet. Ein Nichtbestehen bei einer der Teilleistungen führt zu einem Nichtbestehen des Moduls.
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Elektronisch bereitgestellte Versuchsunterlagen, Versuchsaufbauten im Labor, Simulationsprogramme am Rechner, Software/Programmiersprache Matlab/Simulink, Beamer und Tafel/Whiteboard, praktische Übungen
Literatur:	Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum jeweiligen Thema

Modulbezeichnung	**Seminar wissenschaftliches Arbeiten**
Kürzel	WASem
Lehrform / SWS	Seminar / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 120h
Fachsemester	5, 6 oder 7
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Kolja Kühnlenz
Dozent(in)	Prof. Dr. Kolja Kühnlenz und weitere Professoren der Fakultät
Sprache	Deutsch, Englisch (themenbezogen)
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EL
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Teilnehmer besitzen die notwendigen methodischen und überfachlichen Fertigkeiten, um selbständig wissenschaftliche Seminararbeiten zu anspruchsvolleren Themen in ingenieurwissenschaftlichen und angrenzenden Bereichen zu erarbeiten. Sie können mit wissenschaftlicher Literatur arbeiten (z.B. recherchieren, kategorisieren, priorisieren, zitieren), die Quellen kritisch bewerten und schriftlich einem Fachpublikum präsentieren.
Lehrinhalte	Die Teilnehmer erarbeiten studienbegleitend selbständig Seminararbeiten zu einem anspruchsvolleren wissenschaftlichen Thema aus Grundlagenbereichen oder zum Stand der aktuellen Forschung und Technik. Die Ausarbeitung fasst die wesentlichen Aspekte des Themas zusammen, diskutiert diese und liefert eine Quellenübersicht. Zu Beginn der Veranstaltung erhält jeder Teilnehmer ein wiss. Thema, zu dem er unter Verwendung selbst recherchierter wiss. Literatur die schriftliche Ausarbeitung anfertigt. Vor Beginn des Seminars wird vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben, wie die einzelnen Leistungen zur Ermittlung der Note gewichtet werden.

	Die Lehrenden unterstützen die Studierenden beim Erlernen der fachlichen und wissenschaftlichen Fertigkeiten. Das Seminar bereitet methodisch auch auf die Bachelorarbeit vor, im Rahmen derer regelmäßig ebenfalls der eigene Beitrag in den existierenden Stand von Forschung und Technik einzubetten ist.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Seminararbeit (mind. 30 Seiten).
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum jeweiligen Thema
Literatur:	Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum jeweiligen Thema

Modulbezeichnung	**Signalprozessoren**
Kürzel	Sp
Lehrform / SWS	4 SWS: - Seminaristischer Unterricht (2 SWS), - Praktikum (2 SWS)
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	Jährlich (Sommersemester)
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Markus Hager
Dozent(in)	Prof. Dr. Markus Hager
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL, AU
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Mikrocomputertechnik, Signale und Systeme

Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachkompetenzen**:
	Die Studierenden erlangen fundiertes fachliches **Grundlagenwissen** …
	- in der Anwendung von **Signalprozessoren**:
	  ○ Sie erkennen die Abgrenzung zu klassischen Mikro-controllern und die Notwendigkeit von Signalprozessoren in der digitalen Signalverarbeitung (DSV).
	- im Aufbau von **informationsverarbeitenden, digitalen Systemen**:
	  ○ Sie können die grundlegenden Begriffe (z.B. Signale und Systeme) und Konzepte (z.B. Diskretisierung und Codierung) der (digitalen) Signalverarbeitung benennen und erklären.
	  ○ Sie erkennen die Vorteile der digitalen Signalverarbeitung und können typische Anwendungen nennen.
	  ○ Sie können unterschiedliche Wandlungsprinzipien nennen, erklären und bewerten.
	  ○ Sie erkennen die Notwendigkeit der Bandbegrenzung von abgetasteten Signalen (Aliasing)

	- in der für die DSV notwendigen **Zahlenarithmetik** und **Prozessorarchitektur** (Befehlssatz) eines Signalprozessors: o Sie können die verschiedenen Zahlenformate darstellen, umrechnen und hinsichtlich der Dynamik des Wertebereichs, Auflösung und Genauigkeit bewerten. o Sie können die für die DSV relevante Zahlenarithmetik (z.B. Sättigung) benennen, beschreiben und in einem Signalprozessor anwenden (erweiterter Befehlssatz, Floating-Point Unit, …). Die Studierenden erlernen und üben die **Anwendung** von Signalprozessoren, insbesondere … - in der **Entwicklung/Programmierung** von **DSV-Algorithmen** in Signalprozessoren: o Sie können die in der Digitalen Signalverarbeitung (DSV) übliche mathematische Beschreibungs von Algorithmen verstehen und in praktische Programme (Programmiersprache C) umsetzen. o Sie verstehen den Zweck und die Grundlagen der diskreten Faltung und können damit zeitdiskrete lineare System beschreiben. o Sie können diskrete Signale im Frequenzbereich analysieren (DFT) und verändern (digitale Filter). o Sie können die Leistungsfähigkeit und die Komplexität verschiedener DSV-Algorithmen (z.B FFT) bewerten. - in der Analyse und Umsetzung von **Realzeiteigenschaften**: o Sie können Messungen im Zeit- und Frequenzbereich durchführen (Oszilloskop) und interpretieren. - die Verwendung moderner **Entwicklungs- und Debugging Werkzeuge**: o Sie können einfache Algorithmen der DSV programmieren und beherrschen den Umgang mit den entsprechenden Werkzeugen (Assembler/Compiler, Linker, IDE). **Methodenkompetenz**: Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor … - Strategien zur **Problemlösung**: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken). - Methoden der **Fehlersuche**: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszi, Logikanalysator) Fehler im Quellcode erkennen und beheben. - Bewertung der **Software-Qualität**: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen typische Modelle zur Beschreibung

	von Software (Flussdiagramm, Sequenzdiagramm, Zustandsdiagramm). - die Befähigung zur **selbständigen** Aneignung und **Anwendung** (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen. **Persönliche Kompetenzen**: Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch … - die **teamorientierte Projektarbeit**: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld der Digitalen Signalverarbeitung entwickeln, implementieren und diskutieren. - **persönliches Zeitmanagement**: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.
Lehrinhalte	**Theorie** Fouriertransformation, Interpretation von Spektren und Spektrogrammen, Abtasttheorem, AD-DA-Wandlung, Quantisierung, Zeitdiskrete lineare Systeme (LTI Systeme), Z-Transformation, Übertragungsfunktion, digitale Filter, Diskrete Fourier-Transformation, Fast Fourier Transformation. **Hardware /Software:** Digitaler Signalprozessor (DSP), Einsatz, Aufbau, Speicherorganisation, Assemblerbefehle, Daten-ALU, Zahlenformate, Arithmetik, Formatkonvertierung, Rundungsproblematik, Datenkonversion (CODEC), Echtzeitanwendungen (Signalflussdiagramme), Interruptkonzepte **Praktikum**: Programmierung von DSV-Algorithmen, Tools zum Filterentwurf (MATLAB, Signal Processing Toolbox), Erprobung grundlegender Prinzipien der Signaltheorie, Echtzeitanwendungen z.B. Digitale Filter (FIR, IIR), Spektralanalysen (DFT, FFT), Laufzeitglieder, Korrelationen, Einsatz von Werkzeugen zur Simulation, Programmierung und Debuggen, Messtechnische Erfassung des Echtzeitverhaltens.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (schrP) 90 min und praktische Studienarbeit (prStA, Versuche und Befragungen)
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	Folien (Beamer, Zoom) / Tafel / Laborbenutzung

Literatur	Steven W. Smith: The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, online unter http://www.dspguide.com. Donald S. Reay: Digital Signal Processing Using the ARM Cortex M4, Wiley 2015 ISBN: 978-1-118-85904-9. D. von Grünigen: Digitale Signalverarbeitung mit einer Einführung in die kontinuierlichen Signale und Systeme, Hanser Verlag, 2008 (als eBook in Bibliothek verfügbar). H. Roderer, A. Pecher, Digitale Signalverarbeitung, Vogel Buchverlag, 2010. M. Werner, Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB, Vieweg Verlag, 2003.

Modulbezeichnung	**Softwareentwurf in der Automatisierungstechnik**
Kürzel	SwAu
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	3
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EN, EL, IF, VC
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der Digitaltechnik, Automatentheorie, Zustandsgraphen, Steuerungs- und Regelungstechnik, Kenntnis einer höheren Programmiersprache
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden sollen die Methoden und Programmiertechniken der industriellen Steuerungstechnik kennenlernen und einfache Automatisierungsaufgaben in den verschiedenen Programmiersprachen der IEC 61131 selbständig lösen können. • Studierende sind in der Lage ein Steuerungsprogramm zu strukturieren, Modellierungssprachen der UML anzuwenden, objektorientiert zu programmieren, wiederverwendbaren Code zu schreiben, Bibliotheken zu erstellen und Programmierungsfehler zu bereinigen. • Kennenlernen der Funktionsweise serieller Datenkommunikation in der Automatisierungstechnik und Projektierung einer Buskommunikation. • Kennenlernen der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Methoden für Projektierung und Erstellung von Bedienoberflächen für Industriesteuerungen

Lehrinhalte	• **Steuerungstechnik** Konfiguration von Steuerungen, Kommunikation in der Automatisierungstechnik, Feldbussysteme, verteilte Systeme nach IEC 61499, Methoden des Programmierens nach IEC61131-3 in Strukturiertem Text. • **Entwurf von Visualisierungen** Bedienen und Beobachten, Visualisierungselemente, Elementverknüpfung, Steuerung mit Visualisierungen, Überwachung, Analyse, erstellen einfacher Bedienoberflächen. • **Softwareentwurf** V-Modell, Verwendung der Ablaufsprache zur Schrittkettenprogrammierung, Erstellung von Klassendiagramm und deren Anwendung, Erstellung von Zustandsdiagramm und deren Anwendung. • **Objektorientierte Programmierung** Aufbau, Entwurf und Programmierung von Klassen, Anwendung von Objekte, Kapselung, Vererbung, Ableitung, Zugriffsmodifizierungen, Konstruktoren, Destruktoren, Properties, Referenzen, Interfaces, virtuelle und abstrakte Methoden, Rezeptverwaltung. • **Wiederverwendbarkeit** Erstellung von Bibliotheken, Fehlerhandhabung, Verwendung von Pragmas, Programmierrichtlinien • **Praktikum:** Kommunikation (Protokolle), Greifersteuerung (Visualisierung), Greifersteuerung (Ablaufsteuerung), Betriebszustände (Zustandsdiagramm), Objektorientierte Programmierung (Klassendiagramm), Bibliotheken (Interface), Inbetriebnahme.
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktischer Leistungsnachweis (3:1)
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.
Literatur:	Günther Wellenreuther / Dieter Zastrow: Automatisieren mit SPS, Vieweg Verlag Wiesbaden 4. Auflage 2008, EAN 978-3-8348-0231-6 Karl-Heinz John, Michael Tiegelkamp, SPS-Programmierung mit IEC 61131-3, Konzepte und Programmiersprachen, Anforderungen an Programmiersysteme, Entscheidungshilfen. VDI-Buch, Springer-Verlag 4. Auflage 2009, EAN 978-3-6420-0268-7

	Eberhardt Grötsch, SPS - Speicherprogrammierbare Steuerungen, Oldenbourg Verlag München 5. Auflage 2004, EAN 978-3-8356-7043-3 Raimond Pigan, Mark Metter (Absolvent unserer Fakultät), Automatisieren mit PROFINET: Industrielle Kommunikation auf Basis von Industrial Ethernet, Publicis Corporate Publishing Erlangen, 2. Auflage 2008 Michael Braun, Objektorientiertes Programmieren, Grundlagen, Programmierbeispiele und Softwarekonzept nach IEC61131-3, Publicies Pxelpark Erlangen, 2016, ISBN 978-3-89578-455-2. PLCopen: www.plcopen.org sowie weitere Bücher und URL Links

Modulbezeichnung	**Strömungsmechanik**
Kürzel	Stm
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Integrierte Übungen (1 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Philipp Epple
Dozent(in)	Prof. Dr. Philipp Epple
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	Automobiltechnologie (Stundenplan siehe ebenda)
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Grundlagen der Physik und Mathematik
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden können - Den Druck in hydrostatischen Systemen berechnen - Kräfte und Momente in hydrostatischen Systemen berechnen - die eindimensionale Kontinuitätsgleichung für Rohrströmungen anwenden - Die stationäre und instationäre Energiegleichung (Bernoulli-Gleichung) für verschiedene Systeme anwenden - Kräften und Momente in Rohrleitungen mit dem Impulssatz berechnen - den Wärmeübergang durch Wärmeleitung für einfache Systeme berechnen
Lehrinhalte	- Grundbegriffe, Hydrostatik - Fluid Kinematik - Inkompressible Strömungen, Stromfadentheorie - Kontinuitätsgleichung, Energiegleichung (Bernoulli) - Impulssatz - Grundlagen der viskosen Strömungen

	- Elemente der laminaren und turbulenten Strömungen - Rohrströmungen - Wärmeübertragung: Wärmeleitung
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen:	Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafelanschrift, Beamer, ergänzende schriftliche Unterlagen, Videos
Literatur:	[1] Bohl, W., Elmendorf, W.: Technische Strömungslehre, 13. durchgesehene Auflage, Vogel Buchverlag, Würzburg, 2005 [2] Becker,E.: Technische Strömungslehre, Teubner Verlag, Stuttgart, 1969 [3] Becker,E., Piltz,E.: Übungen zur Technischen Strömungslehre, Teubner Verlag, Stuttgart, 1971 [4] Böswirth, L: Technische Strömungslehre, 8. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2010 [5] Durst, Franz: Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden, Springer Verlag, Berlin, 2006 [6] Fox, Robert W., McDonald, Alan T.: Introduction to Fluid Mechanics, Fifth Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998 [7] Kuhlmann, Hendrik: Strömungsmechanik, Pearson Studium Verlag, 2007 [8] Kümmel, W.: Technische Strömungsmechanik - Theorie und Praxis, Teubner Verlag, 2007 [9] Oertel Jr., Herbert und Böhle, Martin: Strömungsmechanik - Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele, 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Vieweg & Sohn [10] Siekmann, Helmut E.: Strömungslehre für den Maschinenbau, Technik und Beispiele, Springer Verlag Berlin, 2001 [11] Sigloch, Herbert: Technische Fluidmechanik, VDI-Verlag, 1996 [12] Zierep, J, Bühler, K.: Grundzüge der Strömungslehre, 8. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010

Modulbezeichnung	**Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation**
Kürzel	VAFs
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung (1 SWS), Rechnerpraktikum (3 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	5-7
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EE, EL, EN
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik, PC- und Programmier-Grundkenntnisse
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Kenntnisse: Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation zur Lösung praktischer Probleme, Vertiefung der Feldlehre-Grundkenntnisse, Aufbau von Matlab-Skripten und –Funktionen, bildhafte Darstellung von zwei- und dreidimensionalen Feldgrößen, numerische Integration über Linien, Flächen und Volumen. • Fertigkeiten: Vereinfachung praktischer Feldprobleme, Erstellen einfacher Matlab-Skripten und -Funktionen zur Auswertung vorgegebener Feldansätze, numerische Auswertung der Ansätze auf Rändern und in Gebieten, strukturierte Fehlersuche im Programm durch Verwendung der Matlab-Hilfefunktion und Vergleich der Lösungen mit bekannten Näherungsformeln. • Kompetenzen: Fremden Programmcode analysieren und zur Lösung neuer Aufgabenstellungen modifizieren, Vertiefung der Feldlehre-Grundkenntnisse durch die bildhafte Darstellung und numerische Auswertung der Feldgrößen, Umgang mit neuen, unbekannten mathematischen Funktionen.
Lehrinhalte	• Einführung in Matlab

	• Praxisbeispiele und Wiederholungsübungen • Programmieraufgaben zur Elektro- und Magnetostatik, dem Strömungsfeld sowie dem Induktionsgesetz und den Maxwell'schen Gleichungen
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung (90 min) und Seminarvortrag (Masterstudiengänge)
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen:	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, gedrucktes Übungsskript und Programmierübungen im Rechnerraum
Literatur:	H. Buchholz, Elektrische und magnetische Potentialfelder, Springer-Verlag, 1957, ISBN-10: 3642480659 G. Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie: für Ingenieure und Physiker, Springer-Verlag, 6. Auflage, 2008, ISBN-10: 3540776818 G. Mrozynski, Elektromagnetische Feldtheorie – Eine Aufgabensammlung, Vieweg+Teubner Verlag, 1. Auflage, 2003, ISBN-10: 3519004399 M. Abramowitz, I. Stegun, Handbook of Mathematical Functions, Dover Publications Inc., 9th Edition, 1970, ISBN-10: 0486612724 J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley & Sons, 3rd Edition, 1998, ISBN-10: 047130932X W. B. Smythe, Static and Dynamic Electricity, Taylor & Francis, 3rd Edition, 1989, ISBN-10: 0891169172

Modulbezeichnung	**Wasserstoffbasierte Energieträger und Technologien**
Kürzel	WabEnT
Lehrform / SWS	4 SWS, Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung integriert, Praktikum (1 SWS)
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h
Fachsemester	5
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Bettina Friedel
Dozent(in)	
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	EL und AU
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs.2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Elektrotechnische und physikalische Grundkenntnisse
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen:** Die Studierenden… • verstehen die klima-politische Motivation für den Ausbau von grünem Wasserstoff als Energieträger, sowie die Herausforderungen in der Umsetzung und seiner wirtschaftlichen/gesellschaftlichen Akzeptanz • kennen die Methoden der Wasserstofferzeugung und können sie hinsichtlich ihrer CO2-Neutralität bewerten • können Aufbau und Prozesse von Elektrolyse-/Brennstoffzellen verschiedener Typen und für verschiedene Wasserstoff-basierte Brennstoffe wiedergeben • verstehen die Mechanismen innerhalb von Elektrolyse-/Brennstoffzelleinheiten von der MEA bis hin zum Stack, und können damit Folgen von Betriebsbedingungen oder Schäden auf Kennlinien, Leistungsverhalten und Energiebilanz voraussagen • können die Typen/Systeme hinsichtlich ihrer Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit für mobile oder stationäre Einsatzbereiche einschätzen • kennen die grundlegenden Methoden und Herausforderungen für Wasserstoff-Transport und Speicherung

	• sind mit Normen und Sicherheitsgrundlagen im Handling von Wasserstoff und seinen Verbindungen vertraut **Methodenkompetenzen:** Die Studierenden sind in der Lage… • einfache Elektrolyse/Brennstoffzell-Systeme zu planen und ihre Performance vorauszusagen • bestehende Systeme mittels Messtechnik auf Funktionalität, Leistung und Verluste hin zu analysieren **Sozialkompetenzen:** • Die praktische Arbeit in Gruppen fördert die Aufgabenlösung im Team
Lehrinhalte	**Motivation und Basics:** • Klimatisch-politische Motivation für vermehrte Implementierung von "grünen" H_2-basierten Energieträgern • Überblick H_2-Nutzung - Akzeptanz und Status quo • Vorkommen, chemische und physikalische Eigenschaften des Wasserstoffs • Übersicht Erzeugungsmethoden für Wasserstoff und ihre "bunte" Klassifikation **Elektrochemische H_2-Erzeugung und -Nutzung:** • Crashkurs: Elektrolyse- vs. galvanische Zelle, ihre Thermodynamik und Kinetik • Typen und Funktionsweise von Elektrolyse-/Brennstoffzellen (PEM, AEL, SOEC, mikrobiolog.) • Betriebsmodi und -bedingungen • Brennstoffe: H_2 und seine Verbindungen (Erdgas, Biogas, Methanol, Ammoniak), • Stacks: Verschaltung mehrerer Elektrolyse- bzw. Brennstoffzellen • Messtechnik und Funktionsanalyse an Elektrolyse-/Brennstoffzellen und Stacks • Kennlinien und Einflussparameter, Energiebilanz und Wirkungsgrade • Komponentenalterung und Failure Diagnose **Essenzielle Aspekte beim (groß)technischen Handling:** • Transport und Speicherung • stationäre und mobile Nutzung, Sektorenkopplung • Metrologie/Normung, Sicherheit
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung und praktischer Leistungsnachweis
Sonstige Leistungsnachweise	Übungsaufgaben
Medienformen	Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform, elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben

Literatur	P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Springer Vieweg 2016 R. Neugebauer, Wasserstofftechnologien, Springer Vieweg 2022 T. Schmidt, Wasserstofftechnik: Grundlagen, Systeme, Anwendung, Wirtschaft, Hanser Verlag 2022

Modulbezeichnung	**Windenergie**
Kürzel	We
Lehrform / SWS	Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (2 SWS) / 4 SWS
Leistungspunkte	5 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h
Fachsemester	6
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rossner
Dozent(in)	Prof. Dr. Philipp Epple, Prof. Dr. Omid Forati Kashani
Sprache	Deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	-
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	Vorkenntnisse über Maschinen und Stromrichter sind von Vorteil.
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Studierende beherrschen die aerodynamische Berechnung und die Auslegung von Windturbinen. Sie kennen die Erzeugungswege der elektrischen Energie durch Synchrongeneratoren, Asynchrongeneratoren oder doppelt gespeiste Drehstrommaschinen und die Anwendung der relevanten Stromrichter für die Anbindung der Generatoren ans Netz.
Lehrinhalte	• Themen über Strömungslehre und Mechanik: - Grundlagen der Strömungsmechanik: Kontinuitätsgleichung, Energiegleichung und Impulsgleichung - Widerstandsläufer - Auftriebsläufer - Klassifizierung der Windturbinen - Der Wind: Windleistung, atmosphärische Grenzschicht, bodennahe Grenzschicht, Höhenprofil des Windes, Häufigkeitsverteilung und Verteilungsfunktionen, Windmessung und Auswertung - Auslegung von Windturbinen nach Betz: lineare Impulstheorie

	- Tragflügeltheorie, Winddreiecke, Luftkräfte am rotierenden Flügel - Betzsche Optimalauslegung - Verluste: Profilverluste, Tip-Verluste, Drallverluste - Auslegung von Windturbinen nach Schmitz unter Berücksichtigung der Drallverluste - Kennfeldberechnung und Teillastverhalten - Dimensionslose Darstellung der Kennlinien - Schnell- und Langsamläufer - Turbinenkennfelder - Verhalten von Schnellläufer bei Pitchverstellung - Anlauf- und Leerlaufbereich - Grenzen der Blattelementmethode und dreidimensionale Berechnungsverfahren - Dynamische Strömungsablösung - Singularitätenverfahren - Numerische Strömungssimulation - Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln • Themen über Generatoren und Stromrichtertechnik: - Grundlagen der Erzeugung des Drehfeldes und des dreiphasigen Spannungssystems. - Synchronmaschine, Arten, Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien - Asynchronmaschine, Arten, Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien - Doppelt gespeiste Drehstrommaschine, Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien - Stromrichtertopologien für die Windkraftanlagen, ihre Wirkungsweise und Kennlinien - Regelung des Asynchron- und Synchrongenerators und der doppelgespeisten Drehstrommaschine zusammen mit Stromrichter - Dynamisches Verhalten der Generator-Stromrichter-Einheit am Netz - Oberschwingungen durch Stromrichtereinspeisung am Netz

4. Abschlussarbeiten

Modulbezeichnung	**Bachelorarbeit**
Kürzel	BA
Lehrform / SWS	Durchführung und Niederschrift einer wissenschaftliche Arbeit und Seminar
Leistungspunkte	12 ECTS
Arbeitsaufwand	Selbststudium: 360h
Fachsemester	7
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Rossner
Dozent(in)	Betreuer der Bachelorarbeit (Professoren der Fakultät)
Sprache	Deutsch, englisch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2
Inhaltliche Voraussetzungen	
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Fachlich-methodische Ziele: Der Studierende ist in der Lage, eine komplexe Aufgabenstellung aus seinem Studiengang selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten bzw. zu lösen.
Lehrinhalte	Abhängig vom Thema der Bachelorarbeit
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Bachelorarbeit und Bachelorseminar
Sonstige Leistungsnachweise	keine
Medienformen	
Literatur	H. Balzert, M. Schröder, C. Schäfer: Wissenschaftliches Arbeiten. W3L-Verlag, Dortmund, 2011, Themenspezifische Literatur

Modulbezeichnung	**Bachelorseminar**
Kürzel	BcSem
Lehrform / SWS	Seminar / 2 SWS
Leistungspunkte	3 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 60h
Fachsemester	7
Angebotsturnus	halbjährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof Dr.-Ing. Matthäus Brela
Dozent(in)	Professoren der Fakultät FEIF
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	AU, EE, EN und EL
Zulassungsvoraussetzungen	Vorrückensberechtigung nach §9 Abs. 3 SPO
Inhaltliche Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele / Kompetenzen	• Die Studierenden sind in der Lage über eine ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung vor einem fachkundigen Publikum zu berichten. • Sie können eine selbst bearbeitete Aufgabenstellung strukturiert und eingebettet in den wissenschaftlichen Kontext vortragen. • Sie hinterfragen die eigenen Arbeitsergebnisse und können diese in der Diskussion qualifiziert vertreten. • Sie setzen sich kritisch mit dem Vortrag anderer auseinander und können Sachfragen im fachlichen Dialog klären.
Lehrinhalte	Entsprechend den Themen der aktuell anliegenden Bachelorarbeiten
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Abschlusspräsentation über die Inhalte der eigenen Bachelorarbeit im Umfang von ca. 20 Minuten und anschließender Diskussion
Sonstige Leistungsnachweise	Teilnahme an 3 weiteren Seminarvortragsreihen mit jeweils 3-5 Seminarvorträgen
Medienformen	Beamer / ggf. Tafel oder Whiteboard

Literatur	H. Balzert, M. Schröder, C. Schäfer: Wissenschaftliches Arbeiten. W3L-Verlag, Dortmund, 2011

Modulbezeichnung	**Ingenieurswissenschaftliches Projekt**
Kürzel	IngPr
Lehrform / SWS	selbstständige Planung und Konzeptionierung einer wissenschaftlichen Arbeit / 4 SWS
Leistungspunkte	3 ECTS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 5 h, Selbststudium: 85 h
Fachsemester	7
Angebotsturnus	jährlich
Dauer des Moduls	einsemestrig
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Kolja Kühnlenz
Dozent(in)	Betreuer der Bachelorarbeit
Sprache	deutsch
Nutzung in anderen Studiengängen	
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2
Inhaltliche Voraussetzungen	
Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Fachliche Kompetenzen:** Nach dem Projekt haben die Studierenden in enger Absprache mit dem Aufgabensteller und Betreuer der Bachelorarbeit in der Firma bzw. Hochschule, • eine fachliche und wissenschaftliche Durchdringung des Umfangs und Inhalts der zukünftig zu erstellenden Bachelorarbeit erlangt, • sie sind in der Lage, das Konzept zur Bearbeitung der Bachelorarbeit wissenschaftlich zu beschreiben, • und sind ggf. befähigt, das Konzept in einer Befragung dazulegen. **Methodenkompetenzen:** Nach dem Projekt sind die Grundlagen für ein wissenschaftliches Arbeiten weiter gefestigt und anwendbar. **Sozialkompetenzen:** Das Projekt trägt dazu bei, im Diskurs und fachlichen Disput mit den Aufgabenstellern und Betreuern einen eigenen Lösungsweg

	zur Bearbeitung einer fachlichen bzw. wissenschaftlichen Problemstellung zu finden.
Lehrinhalte	• **Fachliche bzw. wissenschaftliche Analyse** Zur Erfassung und Durchdringung der fachlichen und wissenschaftlichen Herausforderungen der zukünftigen Bachelorarbeit, ist eine umfangreiche Analyse der Aufgabenstellung erforderlich. Es sollen die wesentlichen Probleme und Gefahren bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung identifiziert werden. • **Konzeptentwicklung** Es wird ein Konzept zur Bearbeitung des wissenschaftlichen Themas erarbeitet. Hierzu wird ein Arbeits- und Meilensteinplan entwickelt, welcher gut strukturiert dargestellt wird. • **Diskurs und Verteidigung des Lösungskonzepts** Es wird ein Konzept zur Bearbeitung des wissenschaftlichen Themas erarbeitet
Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen	Praktische Studienarbeit in Form eines Konzeptentwurfs (10-30 Seiten)
Sonstige Leistungsnachweise	
Medienformen	Elektronisches Medien für die praktische Studienarbeit und Darstellung in Präsenz
Literatur	„Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens: Eine praktische Anleitung“, N. Franck, J. Stary; Verlag UTB, ISBN-10-3825240401