



Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R

Fachbereich Umweltplanung/Umwelttechnik

Modulhandbuch

Erneuerbare Energien

Master of Engineering

Fachprüfungsordnung 2025

[veröffentlicht im publicus Nr. 2025-05
vom 28.02.2025, S. 50-55]

Stand Februar 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Leitbild Lehre.....	3
2 Curriculum	4
2.1 Studienbeginn im Sommersemester	4
2.2 Studienbeginn im Wintersemester	5
3 Pflichtmodule.....	6
3.1 Höhere Analysis	6
3.2 Physik M	7
3.3 Embedded Systems	9
3.4 Speicherprogrammierbare Steuerung mit Praktikum	10
3.5 Energiemanagement und Gebäudeautomation.....	12
3.6 Prozessleit- und Regelungstechnik.....	15
3.7 Elektrische Energietechnik	17
3.8 Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien	19
3.9 Energieinformatik (Master)	21
3.10 Interdisziplinäre Projektarbeit (Master)	24
3.11 Abschlussarbeit und Kolloquium.....	25
4 Wahlpflichtmodul allgemein.....	28
4.1 Vertiefung Wirtschaft und Recht	28
4.1.1 Supply Chain Management.....	28
4.1.2 Stoffstrommanagement.....	29
4.1.3 Ökonomie nachhaltiger Institutionen.....	31
4.1.4 Nachhaltigkeitsmanagement.....	33
4.2 Vertiefung Projektleitung und Unternehmensführung	36
4.2.1 Nachhaltige Unternehmensführung	36
4.2.2 Projektmanagement, Controlling und Personal	37
4.2.3 Projekt- und Unternehmenskommunikation.....	39
4.3 Vertiefung Technik.....	41
4.3.1 Anlagenprojektierung	41
4.3.2 Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik	42
4.3.3 Optimization and Machine Learning	44
4.3.4 Artificial Intelligence and Machine Learning.....	45
4.3.5 Brennstoffzellen- und Batterietechnik für Master (WP)	47

4.3.6	Chemische Verfahrenstechnik II	48
4.3.7	Informationssysteme	49
4.4	Sonstige	51
4.4.1	Wasser - nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)	51

Studierende, welche im Studiumverlauf zwei Wahlpflichtmodule mit gleicher Vertiefungsrichtung absolviert haben, können sich eine Bescheinigung der Vertiefung durch den Studiengangsbeauftragten erstellen lassen.

Bitte beachten Sie, dass in einigen Fällen die Modulverantwortlichen nicht den Lehrenden des aktuellen Semesters entsprechen. Die Lehrenden des jeweiligen Semesters entnehmen Sie bitte dem semesteraktuellen Stundenplan.

Abkürzungsverzeichnis Masterstudiengänge

Angewandte Informatik	MAI
Bio-, Pharma- und Prozesstechnik	BPP
Business Administration and Engineering	BAE
Digitale Produktentwicklung - Maschinenbau	DPE
Erneuerbare Energien	MEE
Medieninformatik	MMI
Projektmanagement: Kommunikation, Psychologie und Nachhaltigkeit	MPM
Reinraum-Technologie bei der Arzneimittelherstellung	RTA
Reinraum-Technologie bei der Arzneimittelherstellung (dual)	D-RTA
Umweltorientierte Energietechnik	UET

1 Leitbild Lehre

<https://www.hochschule-trier.de/hochschule/hochschulportraet/profil-und-selbstverstaendnis/leitbild-lehre>

Die Hochschule Trier als anwendungsorientierte Bildungs- und Forschungseinrichtung mit internationaler Ausrichtung und regionaler Verwurzelung begleitet ihre Studierenden bei der Entwicklung eines zukunftsorientierten Kompetenzportfolios, das neben disziplinspezifischen auch interdisziplinäre und überfachliche Aspekte beinhaltet. Für das Qualifikationsprofil der Studierenden bedeutet dies

- aktuelle fachliche, persönliche und methodische Kompetenzen aufzubauen,
- Schlüsselkompetenzen zu entwickeln sowie
- befähigt zu sein, gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen.

Innovative Lehr- und Lernformen fördern die Studierenden bei der eigenverantwortlichen und individuellen Gestaltung ihres Studiums. Praxisbezug und Interdisziplinarität sind Kernelemente der Lehre. Absolventinnen und Absolventen können Aufgaben in ihrer Fachdisziplin fachlich fundiert und interdisziplinär bearbeiten, sich auf neue Aufgaben einstellen sowie sich das dazu notwendige Wissen eigenverantwortlich aneignen.

Die fachliche und methodische Ausgestaltung der Studiengänge in Form der Entwicklung eines konkreten Qualifizierungsziels auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Kunst orientiert sich an diesen übergreifenden Prämissen.

Gute Lehre bedeutet daher für uns, dass wir diese Ziele durch gemeinsames Wirken aller Mitglieder der Hochschule verfolgen.

In diesem Sinne verpflichten sich die Mitglieder der Hochschule Trier den folgenden Grundsätzen:

Studierende

- übernehmen die Verantwortung für ihren eigenen Lernprozess,
- pflegen das Selbststudium und erlernen die hierzu notwendigen Techniken,
- geben Lehrenden konstruktive Rückmeldung und gestalten die Lehre und die gesamte Hochschule durch Mitarbeit in Gremien aktiv mit.

Lehrende

- stellen ein hohes fachliches Niveau sicher, das einen aktuellen Anwendungs- und Forschungsbezug aufweist,
- ermöglichen die Beteiligung der Studierenden an Praxis- und Forschungsprojekten und fördern die Entwicklung von neuen Erkenntnissen und Perspektiven mit dem Ziel wissenschaftlicher Exzellenz,
- fördern den Lernprozess der Studierenden durch geeignete didaktische Methoden und richten ihre Lehre an den zu vermittelnden Kompetenzen aus,
- nutzen Feedback und Evaluation zur eigenen Weiterentwicklung und entwickeln ihre Lehrkonzepte kontinuierlich weiter.

Die Beschäftigten der Fachbereiche und der Service-Einrichtungen

- beraten die Studierenden umfassend während des gesamten Student-Life-Cycle und qualifizieren diese in überfachlichen Angeboten,
- unterstützen mit einer hohen Serviceorientierung und Professionalität alle Hochschulmitglieder,
- wirken beim bedarfsgerechten Ausbau und bei der Weiterentwicklung der Infrastruktur mit.

Das Präsidium, die Fachbereichsleitungen und die Hochschulgremien

- stellen angemessene Mittel für Infrastruktur und personelle Ressourcen bereit,
- übernehmen Verantwortung für die Umsetzung dieses Leitbilds.

Alle Mitglieder der Hochschule gehen respektvoll miteinander um.

2 Curriculum

2.1 Studienbeginn im Sommersemester¹

	1		2		3		Summe		
	SWS	LP [ECTS]	SWS	LP [ECTS]	SWS	LP [ECTS]	SWS	LP [ECTS]	Gewicht
Pflichtmodule									
Höhere Analysis	4	5					4	5	5
Physik M	4	5					4	5	5
Embedded Systems	4	5					4	5	5
Speicherprogrammierbare Steuerungen mit Praktikum	4	5					4	5	5
Energiemanagement und Gebäudeautomation	4	5					4	5	5
Prozessleit- und Regelungstechnik			4	5			4	5	5
Elektrische Energietechnik			4	5			4	5	5
Energienutzung und Energietechnik der Erneuerbaren Energien			4	5			4	5	5
Energieinformatik (Master)			4	5			4	5	5
Interdisziplinäre Projektarbeit (Master)			2	5			2	5	5
Summe	20	25	18	25			38	50	50
Wahlpflichtmodul									
Wahlpflichtmodul allgemein ²	4	5	4	5			8	10	10
Summe	4	5	4	5			8	10	10
Abschlussarbeit						24		24	24
Kolloquium						6		6	6
Summe Abschlussarbeit						30		30	30
Summe ges.	24	30	22	30		30	46	90	90

¹ Für einen Aufenthalt an einer anderen Hochschule eignet sich insbesondere das 3. Fachsemester.

² Die Studierenden können neben den Modulen aus dem Wahlpflichtmodulkatalog auch Module aus anderen Masterstudiengängen belegen. Näheres regelt das Modulhandbuch.

2.2 Studienbeginn im Wintersemester³

	1		2		3		Summe		
	SWS	LP(ECTS)	SWS	LP (ECTS)	SWS	LP (ECTS)	SWS	LP (ECTS)	Gewicht
Pflichtmodule									
Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5					4	5	5
Elektrische Energietechnik	4	5					4	5	5
Energienutzung und Energietechnik der Erneuerbaren Energien	4	5					4	5	5
Energieinformatik (Master)	4	5					4	5	5
Interdisziplinäre Projektarbeit (Master)	2	5					2	5	5
Höhere Analysis			4	5			4	5	5
Physik M			4	5			4	5	5
Embedded Systems			4	5			4	5	5
Speicherprogrammierbare Steuerungen mit Praktikum			4	5			4	5	5
Energiemanagement und Gebäudeautomation			4	5			4	5	5
Summe	18	25	20	25			38	50	50
Wahlpflichtmodul⁴									
Wahlpflichtmodul allgemein	4	5	4	5			8	10	10
Summe	4	5	4	5			8	10	10
Abschlussarbeit						24		24	24
Kolloquium						6		6	6
Summe Abschlussarbeit						30		30	30
Summe ges.	22	30	24	30		30	46	90	90

³ Für einen Aufenthalt an einer anderen Hochschule eignet sich insbesondere das 3. Fachsemester.

⁴ Die Studierenden können neben den Modulen aus dem Wahlpflichtmodulkatalog auch Module aus anderen Masterstudiengängen belegen. Näheres regelt das Modulhandbuch.

3 Pflichtmodule

3.1 Höhere Analysis

Höhere Analysis			5 ECTS
Modulkürzel: HA	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Vorlesung mit integr. Übungsvertiefung und Tutorien im Umfang von 15 h	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MAI, DPE, MEE, BAE, BPP, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Durch diese Veranstaltung sind die Studierenden in die Lage versetzt, das Auftreten von Differentialgleichungen bzw. vektoranalytischer Problemstellungen in der Naturwissenschaft und Technik zu erkennen, einfache Prozessabläufe zu modellieren und mathematisch in einer Differentialgleichung abzubilden und diese zu lösen.			
Inhalte: Mathematische Modellbildung • Vektoranalysis • Differentialgleichungen - Aufstellen von Differentialgleichungen - Lineare und nichtlineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung - Systeme von Differentialgleichungen - Stabilitätsuntersuchungen			
Empfehlungen für die Teilnahme: Keine			
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge			
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)			

Verantwortliche Dozenten:

Prof. Dr. Rita Spatz, Prof. Dr. Stephan Didas, Dipl.-Math. Natalie Didas

Literatur:

- L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden (versch. Auflagen)
- K. Meyberg, P. Vachenauer, Höhere Mathematik 2, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 4. Aufl. 2001
- R. Ansorge, H. J. Oberle, Mathematik für Ingenieure, Band 2, WILEY-VCH Verlag Berlin, 2. Aufl. 2000

3.2 Physik M

Physik M			5 ECTS
Modulkürzel: PHYSIK M	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: Seminar, Praktikum	Präsenzzeit: 4 SWS / 25h, 20 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MEE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Die Studierenden haben die zentralen Lerngegenstände und Konzepte aus den vier behandelten Themenfeldern – der Newtonschen Mechanik, Quantenmechanik, Elektrodynamik und Statistischen Physik – verinnerlicht. Sie sind in der Lage, Strategien der Physik auf praxisbezogene Problemstellungen anzuwenden, und zwar: • die Dynamik mechanischer Systeme (Pendel, gekoppelte/rotierende Massen) mithilfe des Lagrange-Formalismus zu formulieren/modellieren und die differentiellen Bewegungsgleichung(en) zu lösen. • anhand von historischen Experimenten (Photoeffekt, Tunneleffekt, Doppelspalt) die grundsätzlichen Unterschiede zwischen der Klassischen Mechanik und Quantenmechanik zu erläutern sowie die Wesenszüge der quantenmechanischen Theorie (Hamilton-Operator, Schrödinger-Gleichung, Wellenfunktion) und ihrer Prinzipien (Quantisierung, Pauli-Prinzip, Heisenbergsche Unschärferelation, Welle-Teilchen-Dualismus) in eigenen Worten wiederzugeben; ergänzend dazu können sie die technologische Tragweite der Quantenmechanik an konkreten Beispielen festmachen (PV-Zelle, radioaktiver α-Zerfall, Rastertunnelmikroskop, Quantenpunktlaser, Quantencomputer). • die Maxwellschen-Gleichungen vor dem Hintergrund ihrer elektrotechnischen Anwendungen (Coulomb-Gesetz, Oersted-Feld, Lorentz-Kraft, Induktion, Lenzsche Regel, stromdurchflossene Leiter/Spule, elektromagnetische Wellen, Hertzscher Dipol) zu interpretieren.			

den statistischen Charakter der Thermodynamik anhand typischer Verteilungsfunktionen (Boltzmann-Faktor, Maxwellscher-Dämon, Bose-Einstein, Fermi-Dirac, Plancksches Strahlungsgesetz) zu konkretisieren sowie die damit einhergehenden physikalischen Grundlagen/Grenzen für die Funktionsprinzipien moderner Technologien (LASER, Magnetokalorik, PRC) unter Rückgriff auf Fachtermini, Formeln oder Diagrammen zu erklären; darüber hinaus haben sie die Aufnahme bzw. Analyse von Wärmebildern im Rahmen eines Laborversuches unter Einsatz einer Thermografiekamera eingeübt.

Inhalte:

Mechanik

- Newtonsche Mechanik
- Erhaltungsgrößen und Invarianzen
- Hamiltonsche Mechanik

Elektrodynamik

- Ladungs- und Stromverteilung
- Maxwell-Gleichungen

Quantenmechanik

- Übergang klassische Physik zur Quantenmechanik
- Wellenfunktion und Operatoren

Statistische Physik

- Kanonische Ensemble
- Thermodynamische Potenziale

Empfehlungen für die Teilnahme:

Grundkenntnisse in Mathematik und Physik

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf Grundlage einer Klausur vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 [5,56 %] für 3-semesterige Studiengänge;
5/120 [4,17 %] für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (i.d.R. im Sommersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Florian Krämer

Literatur:

- Paul A. Tipler. Physik. Spektrum Verlag
- Wolfgang Nolting. Grundkurs Theoretische Physik. Springer Verlag
- Torsten Fließbach. Lehrbücher zur Theoretischen Physik

- Matthew Sands, Richard Feynman, Robert B. Leighton. The Feynman Lectures of Physics

3.3 Embedded Systems

Embedded Systems			5 ECTS
Modulkürzel: EMBSYS	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: a) Vorlesung b) Übungen	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h 15 h	Selbststudium: 90 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MME, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Bei Abschluss des Lernprozesses wird der/die erfolgreich Studierende in der Lage sein, den aktuellen Stand der Mikrocontroller- / Interface-Technik zusammenfassen zu können. Die Studierenden können die Funktionsweise einzelner Komponenten erklären und Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren gegenüberstellen. Die Studierenden können die für eine spezielle Problemstellung notwendige Hardwarekonfiguration selbständig zusammenstellen und geeignete Algorithmen zur Problemlösung implementieren.			
Inhalte: Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse der spezifischen Hard- und Software von Eingebetteten Systemen. - Wechselwirkung von technischen Prozessen und Rechenprozessen: Echtzeitbegriff, Zeitdefinition, Unterbrechungen, Scheduling. - Interface-Technik: Abtast-Theorem, ADC, DAC, Timer, Pulsweiten-Modulation, serielle Schnittstellen, Interruptverarbeitung - Verteilte Kommunikationssysteme für Prozessrechner und SCADA Systeme: Überblick über Fertigungsnetze, Feldbussysteme, I/O-Bussysteme, das Internet der Dinge - Digitale Signalverarbeitung (FIR, IIR-Filter, digitale Regelalgorithmen) - Systemsoftware für Realzeitsysteme: Realzeitbetriebssysteme und geeignete Programmierstechniken, Echtzeitprogrammierung in C (gcc-Compiler)			
Lehrformen: Vorlesung mit Rechnerübungen			
Empfehlung für die Teilnahme: Grundkenntnisse Aufbau eines Rechnersystems, Grundkenntnisse Elektrotechnik			
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			

<u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u> 5/90 (5,56 %) für 3-semestrigen Studiengang; 5/120 (4,17 %) für 4-semestrigen Studiengang
<u>Häufigkeit des Angebotes:</u> Jährlich (im Sommersemester)
<u>Modulverantwortliche/r:</u> Prof. Dr.-Ing. K.-U. Gollmer
<u>Literatur:</u> • H.Wörn, U. Brinkschulte, Echtzeitsysteme, Springer • M. Odendahl, J. Finn, A. Wenger, Arduino, O'Reilly • M. Meyer, Signalverarbeitung, Vieweg • K. F. Früh / U. Maier, Handbuch der Prozessautomatisierung

3.4 Speicherprogrammierbare Steuerung mit Praktikum

Speicherprogrammierbare Steuerungen mit Praktikum			5 ECTS
<u>Modulkürzel:</u> SPSP	<u>Workload (Arbeitsaufwand):</u> 150 Stunden	<u>Dauer:</u> 1 Semester	
<u>Lehr-/Lernformen:</u> Vorlesung mit exempl. Übungen	<u>Präsenzzeit:</u> 4 SWS / 45 h	<u>Selbststudium:</u> 105 h	<u>Geplante Gruppengröße:</u> 50 Studierende
<u>Verwendbarkeit des Moduls:</u> Als Pflichtmodul: MEE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u> Die Studierenden • haben die Fähigkeit computertechnische Prozesse, Verfahren und Abläufe zu verstehen. • sind in der Lage selbstständig Fließbilder zu erstellen, zu analysieren und den zugrundeliegenden Prozess weiterzuentwickeln. • können Automaten verstehen, erstellen und weiterentwickeln. • haben ein Verständnis für das Thema Safety und sind in der Lage sicherheitsgerichtete Systeme zu verstehen, zu bewerten und weiterzuentwickeln. • sind in der Lage SPS-Systeme nach IEC-61131-3 Norm zu programmieren und können komplexe Aufgabenstellungen in der Praxis umsetzen.			

Inhalte:

Das Modul vermittelt vertiefende fundamentale Kenntnisse zur speicherprogrammierbaren Steuerung.

- Theoretische Grundlagen
 - Einführung in die Thematik
 - Boolesche Algebra
 - Automaten
 - Fließbilder
 - Safety
 - Struktur und Peripherie der SPS-Technik
 - Konfiguration der SPS-Technik
 - IEC-61131-3
 - Handling der SPS-Technik
 - Sicherheitsgerichtete SPS
- Rechenübung und Anwendungsbezug
 - Lösen von systemnahen Aufgaben rund um die Themen Boolesche Logik, Automaten, Fließbilder, Safety
 - Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele
- Praxis-Übung und Praktikum
 - Lösen von Übungsaufgaben anhand von SPS-Übungssystemen
 - Teamorientiertes Lösen praktischer Aufgabenstellungen, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.

Empfehlung für die Teilnahme:

Kenntnisse über Angewandte Elektrotechnik

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56 %) für 3-semestrige Studiengänge;
5/120 (4,17 %) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Sommersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr.-Ing. Fabian Kennel

Literatur:

- LITZ: Grundlagen der Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag München
- PICKARDT: Grundlagen und Anwendung der Steuerungstechnik, Vieweg Verlag

- WELLENREUTER; ZASTROW: Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis, Vieweg & Teubner
- SCHÖNING: Logik für Informatiker, Spektrum - Akademischer Verlag

3.5 Energiemanagement und Gebäudeautomation

Energiemanagement und Gebäudeautomation				5 ECTS
Modulkürzel: EMGA	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: a) Vorlesung b) Übung		Präsenzzeit: 4 SWS/ 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MEE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)				
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden haben • die Kompetenz über die aktuellen Entwicklungen und Trends der Energiewende (Netzinfrastruktur, Energieerzeugungsanlagen, Steuerungstechnik) im Energiesektor • das Verständnis über komplexe Energienetze mit den Sektoren Gas, Wärme, Strom und Transport • das Wissen über die Zusammenhänge der Prozesse und Systeme in der elektrischen Energieerzeugung • das Verständnis über die Relevanz und Möglichkeiten zur Bedarfsreduktion, Effizienzsteigerung und dem Energierecycling im Energiesektor • das Wissen über die Zusammenhänge im elektrischen Energienetz • haben die Fähigkeit elektrische Energiesysteme regelungstechnisch zu betrachten • haben Fähigkeit Systeme und Prozesse durch mathematische Methoden zu optimieren • das Wissen über modellprädiktive Regelungsmethoden • die Kompetenz über den Aufbau, die Struktur und Funktionsweise des Energiemanagements im Energienetz • das Verständnis über die Ziele und Grundlagen der Gebäudeautomation • die Kompetenz über die Ziele und Ansätze von Smart Home • haben die Grundlagen zur KNX-Programmierung in der Gebäudeautomatisierung • haben die Fähigkeit ein Smart-Home auf Basis von KNX aufzubauen				
Inhalte: Das Modul vermittelt vertiefende Kenntnisse zum Energiemanagement von Smart Grid und Smart Home Smart Grid: • Einführung ▪ Energiesektoren-, -arten, -versorgung, -verbräuche, -trends ▪ Aufbau des Gas-/Stromnetzes (Ebenen, Verbundnetz, Struktur)				

- Entwicklung (Erneuerbarer Erzeuger, Energiemanagement, Smart Grid)
- Elektrische Energieerzeugung
 - Thermodynamik (Hauptsätze, Energieformen, Entropie/Enthalpie)
 - Carnot-Kreisprozess (Dampf/Gas-Kraftwerk)
 - Stabilität im Versorgungsnetz (Frequenz: Leistungsbalance, Prognose)
 - Einteilung: Grund-/Mittel-/Spitzenlast
 - Thermische Energieerzeugung /Wärmebedarfsermittlung
- Bedarfsreduktion, Effizienzsteigerung, Energierecycling
 - Reduktion (Wärmebedarf, Wasserbedarfs, Strombedarfs)
 - Wärmetauscher, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung
 - Stromrückgewinnung (Rekuperatoren, Energierückspeisung durch Umrichter)
 - BHKW, GuD-Kraftwerke, Wärmepumpe
 - Verluste (Leitung, Batterie, Kondensator, ..., Wandlung, Wärme, ...)
- Elektrische Netze
 - Netzübersicht (Leitungslängen, Frequenz, Ebenen, Formen)
 - Dynamische und statische Beschreibung elektrischer Leitungen
 - Netzstrukturen
 - U-Q-Regelung und f-P-Regelung
- Klassische Regelung von elektrischen Energiesystemen (Frequenzregelung)
 - Grundlast, Mittellast, Spitzenlast
 - Frequenzabhängigkeit großer Kraftwerke, Modellierung
 - Primär-/Sekundär-/Tertiärregelung von Kraftwerken (Regler, Zonen)
- Energie- und Lastmanagement f-P-Regelung
 - Verbraucher/Erzeuger Balance: Lastmanagement (Peak-Reduktion, Last-Shift, Energiereduktion)
 - Management-Architekturen und -Methoden (Direkte Lastkontrolle, ...)
 - Smart Grid und Sektorenkopplung (Power-To-X, Methoden, Systeme)
 - Moderne Methoden zur Primär-/ Sekundär-/ Tertiärregelung
- Optimierung
 - Grundlagen der math. Optimierung (Begriffe, Klassen, Vorgehen, ...)
 - Konvexe Optimierung (Definitionen, Algorithmen, ...)
 - Konvergenz, Speicher- und Rechenzeit
 - Nichtkonvexe Optimierung (MIP, semidefinite Programmierung)
- Modellprädiktive Regelung
 - Grundlagen (Prinzip, Struktur, Aufbau)
 - Optimierungsproblem (Kostenfunktion, Nebenbedingungen)
 - Beschränkung, Stabilität, Lösbarkeit, Robustheit
 - Problemformen (Sparse, Dense), Sonderformen
 - Sollwertvorgabe (optimierungsbasiert, flachheitsbasiert)
- Aufbau eines optimierungsbasierten Energiemanagements
 - Umsetzung der Primär-, Sekundär-, Tertiärregelung

- Prognosedaten (Last, Erneuerbare) & Speicherintegration (Batterie, ...)
- Gesamtsystemaufbau und Ergebnisse (Zentrales Konzept)
- Dezentrale/Verteilte Konzepte (Pricing, ...)

Smart Home:

- Einführung in die Gebäudeautomation
 - Grundlagen (Ebenen, Begriffe)
 - Ziele (Behaglichkeit, Energetische Bewertung, Steuerung/Regelung)
 - Funktionen (Beleuchtung, Verschattung, Sicherheit, Smart Metering)
- Einführung in Smart Home
 - Stromverbrauch, Gasverbrauch, Wärmebedarf
 - Stromtarife, Gastarife (Day-Ahead-Auktion - Inland/Ausland)
 - Autarkiequote
 - Intelligente Verbraucher (Geschirrspüler, Waschmaschine, Trockner, Kühl-/Gefriergeräte, Heizung)
 - Lastoptimierung (Minimierung Stromkosten, Maximierung Gleichförmigkeit, Beschränkungen, MPC-basiert, Heuristiken)
- Systeme der Gebäudeautomation
 - Bussysteme (KNX, LON, Profibus, Powerline)
 - Übertragung per Funk (EnOcean)
 - Zentrale/Dezentrale Strukturen
- Automatisierung mit KNX
 - Topologie, Systemkomponenten, Projektierung von KNX-Systemen
 - Grundfunktionen (Ausschalten, Wechselschaltung, Tasterschaltung, Dimmen, Jalousiesteuerung, Zeitsteuerung)
 - Heizungsregelung, Raumtemperaturregelung
- Smart Home mit SPS/KNX
 - Projektierung eines Energiemanagement-System
 - Visualisierung von Energieverteilsystemen und deren Energieflüssen
 - Inbetriebnahme der MSR-Technik
- Integration unterschiedlicher Bussysteme

Lehrformen:

Vorlesung und theoretische Übungen

Empfehlung für die Teilnahme:

Kenntnisse in der Energietechnik sowie Mess- und Regelungstechnik

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und

Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge;

5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Sommersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr.-Ing. Fabian Kennel

Literatur:

- HEUCK; K., DETTMANN; K.-D.: Elektrische Energieversorgung, Erzeugung, Transport und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden.
- CONSTANTINESCU-SIMON; L. (Hrsg): Handbuch Elektrische Energietechnik, Grundlagen-Anwendungen, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden.
- HEINLOTH; K.: Energie und Umwelt, Klimaverträgliche Nutzung von Energie, B. G. Teubner Stuttgart.
- QUASCHNING; V.: Regenerative Energiesysteme, Technologie – Berechnung – Simulation, Car Hanser Verlag München Wien.
- KHARTCHENKO; N. V.: Umweltschonende Energietechnik, Vogel-Fachbuch, Kamprath-Reihe; Vogelbuch Verlag Würzburg.
- DITTMANN; FISCHER; HUHNE; KLINGER: Repetitorium der Technischen Thermodynamik, Teubner Studienbücher, Maschinenbau, B. G. Teubner Verlag Stuttgart.
- BOYD, S.: Convex Optimization, Cambridge University Press
- Borrelli, F.; Bemporad, A.; Morari; M.: Predictive Control for linear and hybrid systems, Cambridge University Press
- Hirsch, C.: Fahrplanbasiertes Energiemanagement in Smart Grids, KIT Scientific Publishing
- Aschendorf, B.: Energiemanagement durch Gebäudeautomation Springer Vieweg
- Wissner, K.: Gebäudeautomation in Wohngebäuden (Smart Home), Springer Vieweg
- KNX Association: KNX Grundkursunterlagen, KNX Association

3.6 Prozessleit- und Regelungstechnik

Prozessleit- und Regelungstechnik			5 ECTS
Modulkürzel: PROLEIT	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Vorlesung mit Übungen	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 Stunden	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende

Verwendbarkeit des Moduls:

Als Pflichtmodul: RTA, D-RTA, MEE, BPP, UET

Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)

Lernergebnisse/ Kompetenzen:

Die Studierenden

- haben die Fähigkeit diskrete Systeme zu analysieren und können eine Regelung für diskrete Systeme auslegen.
- können lineare und nichtlineare Systemmodelle verstehen und entwerfen.

können Regelungen für lineare und nichtlineare Systeme auslegen.

Inhalte:

Das Modul vermittelt die folgenden Lerninhalte:

- Diskrete lineare Systeme
 - Einführung: Diskrete Systeme
 - Abtastsysteme und diskrete Äquivalenz
 - Klassischer digitaler Reglerentwurf
 - Self-Tuning-Regelung
- Analyse nichtlinearer Systeme
 - Systeme mit nichtlinearen Kennlinien
 - Nichtlineare Dynamik
- Regelung nichtlinearer Systeme
 - Feedback-Linearisierung
 - Flachheitsbasierte Regelung
 - Sliding Mode Regelung
 - Integrator-Backstepping
 - Adaptive Regelung
- Rechenübungen und Anwendungsbezug
 - Vertiefung der theoretischen Inhalte durch Rechenbeispiele
 - Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele

Übung und Simulation mechatronischer Systeme mit Matlab/Simulink

Empfehlungen für die Teilnahme:

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Regelungstechnik, Sensorik, grundlegende Mathematik (Analysis sowie Lineare Algebra und Statistik) und Elektrotechnik, wie z.B. Modellbildung über Differentialgleichungen.

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 [5,56 %] für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 [4,17 %] für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Fabian Kennel
Literatur: • FRANKLIN; POWELL; WORKMAN: Digital Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley • KHALIL: Nonlinear Systems, Pearson • KHALIL: Nonlinear Control, Pearson • SLOTINE; LI: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall

3.7 Elektrische Energietechnik

Elektrische Energietechnik			5 ECTS
Modulkürzel: ELENER	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: Vorlesung	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MEE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Die Studierenden haben • die Fähigkeit leistungselektronische Schaltungen und Antriebstechniken grundlegend zu verstehen sowie beurteilen zu können, Verfahren, Geräte sowie Problemlösungen grundlegend zu verstehen • Auslegungs- und Berechnungskompetenz zur Entscheidungsfindung leistungselektrotechnischer und antriebstechnischer Problemlösungen • Auswahl und rechnerische Auslegung elektrischer Antriebe Die Studierenden können das vermittelte Wissen mit umweltorientierten Bewertungsmaßstäben vernetzen.			
Inhalte: Das Modul vermittelt vertiefende fundamentale Kenntnisse zur Energie-Wandlung mittels Leistungselektronik und elektrischer Antriebe. • Theoretische Grundlagen - Elektrische und magnetische Felder - Elektro-mechanische Energieumwandlung - Gleichstrommaschinen - Wechselstrom und Drehstromsystem - Aktive und passive Betriebsmittel			

- Transformatoren und elektrische Energieübertragung
- Drehfeld
- Asynchronmaschine und Synchronmaschine
- Leistungselektronik
 - Grundbegriffe und Grundgesetze
 - Elektronische Ventile
 - Grundsaltungen der Leistungselektronik
 - Wechselstrom-/Gleichstrom-Umrichterschaltungen
 - Tiefsetz-/Hochsetzsteller
 - Schaltungs-Steuerung und Regelung
- Antriebsregelung
 - Grundlagen der Antriebstechnik
 - Grundlagen der Regelungstechnik
 - Elektronische Leistungssteller
 - Regelung von Gleichstrommaschinen
 - Regelung von Drehstrommaschinen
 - Anwendungen elektrischer Regelantriebe
- Rechenübungen und Anwendungsbezug
 - Vertiefung der theoretischen Inhalte durch Rechenbeispiele
 - Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele
 - Energiebilanzierungen
- Übungen
 - Falls möglich ausgewählte exemplarische Praktikumsversuche und Simulationen zur Verdeutlichung der theoretischen Kenntnisse
 - Teamorientiertes Lösen praxisrelevanter Aufgabenstellungen, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse

Lehrformen:

Vorlesung mit Übungen und Hausaufgaben

Empfehlung für die Teilnahme:

Besuch der angewandten Elektrotechnik

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 [5,56 %] für 3-semesterigen Studiengang;
5/120 [4,17 %] für 4-semesterigen Studiengang

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr.-Ing. Fabian Kennel

Literatur:

- HERING; MARTIN; GUTEKUNST; KEMPKES: Elektrotechnik und Elektronik für Maschinenbauer, Springer
- SPECOVIOUS: Grundkurs Leistungselektronik, Springer
- MICHEL: Leistungselektronik
- FISCHER: Elektrische Maschinen, Springer
- TIETZE; SCHENK; GAMM: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer

3.8 Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien

Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien			5 ECTS
Modulkürzel: ENTECERNENE	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernformen: Seminaristischer Unterricht	Präsenzzeit: 4 SWS / 45h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MEE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden erwerben ein fundiertes Verständnis der theoretischen Grundlagen und praktischen Anwendungen verschiedener Energiesysteme. Sie verfügen über ein breites, detailliertes und kritisches Wissen auf dem aktuellen Stand der erneuerbaren Energietechnik und der Energienutzung. Mithilfe dieser Kenntnisse sind sie in der Lage, komplexe Fragestellungen der Energietechnik zu identifizieren, zu analysieren und fundierte Lösungsansätze zu entwickeln. Zu den erworbenen Kompetenzen gehören: • Planung und Auslegung von Photovoltaik-, Windenergie- und Biogasanlagen unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen, • Berechnung und Modellierung des Energieverbrauchs von Gebäuden, • Wirtschaftliche Bewertung von Projekten im Bereich erneuerbare Energien, • Analyse von Betriebsdaten regenerativer Energiesysteme und Entwicklung von Optimierungsstrategien. Lernziele: • L1: Die Studierenden können Photovoltaik-, Windenergie-, Bioenergie- und Speichersysteme beschreiben, modellieren und hinsichtlich Umweltwirkungen, Klimarelevanz, Lebenszykluskosten und regulatorischer Rahmenbedingungen klassifizieren, vergleichen und optimieren. • L2: Die Studierenden können die Bedeutung erneuerbarer Energien und die Notwendigkeit einer Transformation zu nachhaltiger Energienutzung aus technischer, ökologischer, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer			

Perspektive kritisch reflektieren und interdisziplinär diskutieren – mit besonderem Fokus auf die Wechselwirkungen mit dem Klimawandel.

- **L3:** Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Strom-, Wärme- und Speichersysteme unter realistischen und unsicheren Rahmenbedingungen zu analysieren, Zielkonflikte zu identifizieren und Transformationspfade zu einer CO₂-neutralen Energieversorgung zu entwerfen.
- **L4:** Die Studierenden können technische, wirtschaftliche und ökologische Analysen von Energiesystemen – von Kleinanlagen bis hin zu Quartierslösungen – durchführen, daraus begründete Entscheidungsvorschläge ableiten und die Ergebnisse zielgruppenorientiert (Fachpublikum, Politik, Öffentlichkeit) kommunizieren

Inhalte:

In dem Modul werden folgende Inhalte vermittelt:

- Grundlagen der konventionellen und erneuerbaren Energiesysteme
- Fossile Energieerzeugung (Kohle, Kernkraft)
- Photovoltaik
- Windenergie
- Biomasse und Bioenergie
- Weitere regenerative Energieerzeugungssysteme (Wasserkraft, Geothermie, Solarthermie etc.)
- Kraft-Wärme-Kopplung und Blockheizkraftwerke
- Gebäudeenergietechnik
- Energienutzungspläne und energetische Nutzung auf kommunaler Ebene
- Klimawandel
- Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen
- Rechtliche und regulatorische Grundlagen

Empfehlung für die Teilnahme:

Grundkenntnisse in Physik (insbesondere Mechanik, Elektrotechnik und Thermodynamik) und Energietechnik

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf Grundlage einer Portfolio-Prüfung und einer mündlichen Prüfung vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56 %) für 3-semestrige Studiengänge;
5/120 (4,17 %) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (i.d.R. im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Henrik te Heesen

Lehrende/r:

Joachim Brinkmann

Literatur:

- Volker Quaschnig. Regenerative Energiesysteme. Hanser Verlag
- Richard Zahoransky (Hrsg.). Energietechnik. Springer Verlag.
- Aktuelle Studien und Publikationen. Die Angabe erfolgt laufend während der Veranstaltung.

3.9 Energieinformatik (Master)

Energieinformatik (Master)			5 ECTS
Modulkürzel: ENINFM	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltung: Seminar	Präsenzzeit: 4 SWS/45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MEE Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls „Energieinformatik“ auf Masterniveau sind die Studierenden in der Lage: 1. Komplexe Energiesysteme ganzheitlich zu modellieren und zu simulieren: Sie verfügen über fundierte Kenntnisse, um komplexe Energiesysteme mit volatilen erneuerbaren Energiequellen zu analysieren und zu optimieren. Studierende sind in der Lage, Prognosen und Szenarien für die künftige Energienachfrage und -erzeugung zu entwickeln. 2. Fortgeschrittene Programmiermethoden und Algorithmen anzuwenden: Sie beherrschen fortgeschrittene Programmieransätze (z. B. in Python) und können maßgeschneiderte Algorithmen zur Optimierung von Energiesystemen entwickeln und implementieren, inklusive der Berücksichtigung realer Betriebseinschränkungen und Unsicherheiten. 3. Datenbasierte Lösungen für energietechnische Problemstellungen zu entwickeln: Studierende sind in der Lage, große Mengen an energierelevanten Daten effizient zu erfassen, zu verwalten und zu analysieren. Sie können fortschrittliche Datenbankstrukturen und Machine-Learning-Algorithmen einsetzen, um datengetriebene Entscheidungen in der Energiewirtschaft zu unterstützen. 4. Optimierungsansätze für Energiemanagementsysteme zu implementieren: Sie kennen und verstehen fortgeschrittene Optimierungsansätze zur Reduktion von Energieverlusten und Verbesserung der Energieeffizienz. Studierende			

können Optimierungsmethoden anwenden, um Lastmanagement und Energieflussregelung zu verbessern.

Inhalte:

Im Modul „Energieinformatik“ werden die Studierenden in die grundlegenden Techniken der Modellierung, Simulation und Optimierung von Energiesystemen eingeführt, wobei der Fokus auf der Integration von IT-Lösungen in die Energiewirtschaft liegt. Die Inhalte sind auf die praxisnahe Anwendung von Programmierkenntnissen zur Lösung energietechnischer Problemstellungen ausgerichtet.

Zentrale Inhalte des Moduls umfassen:

1. **Modellierung von Energiesystemen:**

Die Studierenden lernen, wie Energiesysteme, insbesondere unter Berücksichtigung volatiler erneuerbarer Energien (z. B. Wind- und Solarenergie), digital erfasst und parametrisiert werden können. Dabei wird auf die technische und wirtschaftliche Modellierung von Erzeugungs- und Verbrauchssystemen einer Region eingegangen. Die Modelle dienen der Optimierung von Energieflüssen sowie der Erstellung von Prognosen für den Energiebedarf und die Einsparmöglichkeiten.

2. **Prozedurales und objektorientiertes Programmieren:**

Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse in der Programmierung mit Python, einer in der Energiewirtschaft weit verbreiteten Sprache. Sie lernen die grundlegenden Kontrollstrukturen und Prinzipien des prozeduralen sowie objektorientierten Programmierens und setzen diese zur Lösung energietechnischer Aufgaben ein.

3. **Erstellung und Verwaltung von Datenbanken:**

Ein wichtiger Bestandteil der Energieinformatik ist der Aufbau und die Nutzung von Datenbanksystemen zur Speicherung und Verarbeitung großer Mengen energierelevanter Daten. Die Studierenden entwickeln grundlegende Fähigkeiten zur Gestaltung von Datenbankstrukturen und lernen, wie diese in der Praxis für Energiesystemmodelle genutzt werden können.

4. **Skriptprogrammierung zur Simulation und Optimierung von Energiesystemen:**

Ein weiterer Schwerpunkt des Moduls liegt auf der Programmierung von Skripten, die zur Simulation und Optimierung von Energieflüssen eingesetzt werden. Die Studierenden schreiben eigenständig Programme, die Prognosen für den Energieverbrauch erstellen und Optimierungsalgorithmen anwenden, um Effizienzsteigerungen zu erzielen.

5. **Visualisierung von Energiedaten:**

Zur Kommunikation der Ergebnisse und zur besseren Analyse lernen die Studierenden, wie Energiedaten visualisiert werden können. Dies umfasst die Erstellung von Grafiken und Diagrammen, die den Energiefluss und die Simulationsergebnisse anschaulich darstellen. Die Visualisierung dient dazu, komplexe Energiesysteme verständlich zu machen und Optimierungspotenziale aufzuzeigen.

6. **Dokumentation und Coding-Richtlinien:**

Ein wesentlicher Teil der Programmierausbildung ist die Einhaltung von Coding-Richtlinien und die sorgfältige Dokumentation des Quellcodes. Die Studierenden erlernen, wie sie ihre Programme nachvollziehbar und effizient gestalten können, damit diese in Teamprojekten und in der Praxis reibungslos funktionieren.

Im Rahmen dieser Inhalte wird besonderer Wert auf die Anwendung der erlernten Programmiertechniken zur Lösung konkreter Fragestellungen aus der Energiewirtschaft gelegt. Die Studierenden arbeiten an praxisnahen Projekten, in denen sie die Programmierung, Modellierung und Visualisierung in einem interdisziplinären Kontext anwenden können.

Lehrform:

Das Modul „Energieinformatik“ wird nach der Lehrmethode **EduScrum** durchgeführt. EduScrum ist eine agile Lernmethode, die auf der Zusammenarbeit in kleinen Teams basiert und die Eigenverantwortung sowie das selbstorganisierte Arbeiten der Studierenden fördert. Die Lehrveranstaltung ist in vier Sprints unterteilt, wobei jeder Sprint eine inhaltliche Etappe mit klar definierten Zielen und Aufgaben abdeckt.

Empfehlung für die Teilnahme:

- **Grundlegende Kenntnisse in Informatik und Programmierung:**
Masterstudierende sollten fundierte Kenntnisse in mindestens einer höheren Programmiersprache (z. B. Python) besitzen. Erfahrung in der Softwareentwicklung sowie Kenntnisse in Algorithmen und Datenstrukturen werden vorausgesetzt.
- **Kenntnisse der Energietechnik und Energiesysteme:**
Ein solides Verständnis der Energiewirtschaft, regenerativer Energiesysteme und technischer Grundlagen der Energieerzeugung und -verteilung ist erforderlich. Vorangegangene Module zur Energietechnik sind vorteilhaft.
- **Mathematische und analytische Fähigkeiten:**
Studierende sollten über ausgeprägte mathematische Fähigkeiten verfügen, um komplexe Modelle zu erstellen und Optimierungsalgorithmen anzuwenden. Kenntnisse in Statistik und Datenanalyse sind von Vorteil.

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage Portfolioprüfung im Rahmen von Sprints der Lehrform EduScrum vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 [5,56%] für 3-semestrigen Studiengang;
5/120 [4,17%] für 4-semestrigen Studiengang

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich im Wintersemester

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Henrik te Heesen

Literatur:

- Zahoransky, R., & Fichter, C. [Eds.]. [2024]. *Energietechnik: Systeme zur konventionellen und erneuerbaren Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf* [10th ed.]. Springer Vieweg. DOI: 10.1007/978-3-658-44510-2
- Quaschnig, V. [2023]. *Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Klimaschutz* [12th ed.]. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. ISBN 978-3-446-46113-0, eISBN 978-3-446-46114-7.
- Lehrvideos zur Energietechnik
- Lehrvideos und Online-Tutorials zur Einführung in Python und Datenbanken [SLQ]
- Weiterführende Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekanntgegeben

3.10 Interdisziplinäre Projektarbeit (Master)

Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)			5 ECTS
Modulkürzel: IP I (Master)	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Projektarbeit	Präsenzzeit/Selbststudium: 150 h	Geplante Gruppengröße: 1 Studierende / Studierender	
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MAI, MMI, DPE, MEE, BPP, RTA, D-RTA, BAE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium Die Studierenden kontaktieren zu Semesterbeginn die Studiengangleitung zur Festlegung der anwendungsorientierten Themenstellung an beiden Lernorten.			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Die Studierenden wenden die verschiedenen, praxis- und/ oder theorieorientierten Techniken und Methoden zur selbständigen und systematischen Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben an. Sie erlangen methodisch insbesondere das Gefühl für das notwendige Maß an geistiger Strenge und selbstkritischer gedanklicher Disziplin (Objektivität). Daneben ist die Fähigkeit, konstruktiv und unter Zeitdruck im Team zu arbeiten, ein weiteres wichtiges Qualifikationsziel.			
Inhalte: Das Modul vermittelt wissenschaftliche Methodik und Fähigkeiten unter Anleitung eines betreuenden Professors. Es wird eine komplexere, interdisziplinäre Arbeit mit Bezug zum gewählten Studiengang durchgeführt. Es soll eine anwendungsbezogene Problemstellung unter Anleitung so bearbeitet werden, dass die/der Studierende exemplarisch Techniken und Methoden erlernt, welche für die spätere selbständige Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich sind. In diesem Modul steht die Anwendung wissenschaftlicher Methodik im Vordergrund. Hierbei kann auch ein Projekt mit externen Partnern aus Instituten, Hochschulen und Industrie durchgeführt werden. Die dual Studierenden absolvieren dieses Modul i.d.R. beim jeweiligen Kooperationspartner.			

Empfehlungen für die Teilnahme: Keine
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit einer mündlichen Projektpräsentation vergeben.
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jedes Semester
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld
Literatur: - Fachliteratur in Abhängigkeit von der Themenstellung (Beratung durch Projektbetreuer) - Sandberg, Berit (2012): „Wissenschaftliches Arbeiten von Abbildung bis Zitat. Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion“. - Weitere Informationen unter: www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/ www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/

3.11 Abschlussarbeit und Kolloquium

Abschlussarbeit und Kolloquium			30 ECTS
<u>Modulkürzel:</u>	<u>Workload (Arbeitsaufwand):</u> 900 Stunden	<u>Dauer:</u> 1 Semester	
<u>Lehr-/Lernformen:</u> a) Abschlussarbeit b) Kolloquium	<u>Präsenzzeit/Selbststudium:</u> 900 h	<u>Geplante Gruppengröße:</u> 1 Studierende(r)	
<u>Verwendbarkeit des Moduls:</u> Als Pflichtmodul: MAI, MMI, DPE, MEE, RTA, D-RTA, MPM, BAE, BPP, UET			
<u>Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium</u> Die Studierenden kontaktieren vorab die Studiengangleitung zur Festlegung der anwendungsorientierten Themenstellung an beiden Lernorten.			

Lernergebnisse/ Kompetenzen:

Die Studierenden haben durch die erfolgreiche Bearbeitung des Moduls gezeigt, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Fachproblem selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie verfügen über ein breites und integriertes Wissen, einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen sowie über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien und Methoden.

Sie sind in der Lage, ihr Wissen und ihr Verstehen sowie ihre Fähigkeiten zur Problemlösung auch in neuen und unvertrauten Situationen anzuwenden, die in einem breiteren oder multidisziplinären Zusammenhang mit ihrem Fachgebiet stehen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse selbstständig anzuwenden und weiterzuentwickeln. Sie sind zu Forschung sowie anderen Tätigkeiten befähigt, die ein hohes Maß an abstrahierender und formalisierender Auseinandersetzung und konstruktiver Lösungskompetenz erfordern. Sie können ihre Ergebnisse darüber hinaus in einem Kolloquium darlegen und argumentativ vertreten.

Inhalte:

Die Master-Thesis umfasst das Bearbeiten eines Themas mit wissenschaftlichen Methoden. Die Aufgabenstellung kann theoretische, experimentelle, empirische oder praxisorientierte Probleme umfassen. Die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse in einem Kolloquium vor einer Prüfungskommission. Dabei wird der Inhalt der Abschlussarbeit im Kontext des jeweiligen Studiengangs hinterfragt.

Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium

Die dual Studierenden absolvieren dieses Modul i.d.R. beim jeweiligen Kooperationspartner.

Empfehlungen für die Teilnahme:

keine

Vergabe von Leistungspunkten:

Bewertung der Master-Thesis (80 %) und des Kolloquiums (20 %)

Umfang und Dauer der Prüfung:

Die Bearbeitungszeit beträgt 6 Monate. Sie beginnt mit der Ausgabe des Themas. Die Studierenden präsentieren ihre mit mindestens „ausreichend“ bewertete Master-Thesis in einem Kolloquium von in der Regel 45 Minuten. Die Zulassungskriterien sowie weitere Informationen zur Master-Thesis und zum Kolloquium können der Master-Prüfungsordnung des Studiengangs, in dem Sie eingeschrieben sind, entnommen werden.

Stellenwert der Note für die Endnote:

30/90 (33,33 %) für 3-semestrige Studiengänge;
30/120 (25 %) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jedes Semester

Modulverantwortliche/r:

Professor/in und evtl. externe/r Betreuer/in nach Wahl

Literatur:

In Abhängigkeit von der Themenstellung

4 Wahlpflichtmodul allgemein

Die Studierenden erhalten auf der Basis ihrer Interessen und Fähigkeiten eine weitere Möglichkeit zur Schärfung ihres persönlichen Kompetenzprofils. Dazu werden in einem Katalog entsprechende Themen angeboten. Hieraus müssen die Studierenden eigenverantwortlich **zwei Module (10 ECTS)** auswählen.

Der Katalog der Wahlpflichtmodule wird permanent ergänzt und den aktuellen Erfordernissen angepasst. Weiterhin besteht in Abstimmung mit der Studiengangsleitung die Möglichkeit, Module aus anderen Masterstudiengängen am Umwelt-Campus Birkenfeld zu belegen. Die Liste der angebotenen Wahlpflichtmodule kann durch Fachbereichsbeschluss abgeändert werden. Im Zweifel entscheidet die Studiengangsleitung.

Durch die Wahlpflichtmodule können sich die Studierenden einen Teil des Studiums nach ihren Neigungen, den betrieblichen Erfordernissen und der Arbeitsmarktlage individuell zusammenstellen. Die konkreten Lernziele sind vom gewählten Modul abhängig. Nachfolgend sind einige Module als Beispiel aufgeführt.

Studierende, welche im Studienverlauf **zwei Wahlpflichtmodule mit gleicher Vertiefungsrichtung** absolviert haben, können sich eine **Bescheinigung der Vertiefung** durch die Studiengangsleitung erstellen lassen.

4.1 Vertiefung Wirtschaft und Recht

4.1.1 Supply Chain Management

Supply Chain Management			5 ECTS
Modulkürzel: SUCHMA	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Vorlesung Übung	Präsenzzeit: 3 SWS / 33,75 h 1 SWS / 11,25 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 30 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Studierende kennen die Probleme in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten. Sie sind in die Lage versetzt, diese Probleme mit Hilfe der vermittelten Strategien, Prozesse, Methoden und DV-Techniken des Supply Chain Managements zu lösen und die gesamte Wertschöpfungskette optimal zu gestalten.			
Inhalte: Ziel des Supply Chain Managements (SCM) ist die ganzheitliche Planung und Steuerung unternehmensübergreifender Wertschöpfungsketten. Diese reichen von der Beschaffung des Rohmaterials über die Herstellung von Produkten bis hin zu deren Verteilung bei den Kunden. Die Veranstaltung vermittelt die Idee und die			

konzeptionellen Grundlagen des Supply Chain Managements. Sie behandelt ausgewählte Komponenten (Kernelemente) des Supply Chain Managements und mögliche Vorgehensweisen zur optimalen Gestaltung von unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten.

Schwerpunktthemen:

Idee und konzeptionelle Grundlagen des Supply Chain Managements

Kernelemente des Supply Chain Managements

Vorgehensmodell für das Supply Chain Management

Empfehlungen für die Teilnahme:

Grundlegende Kenntnisse in Produktionslogistik und Prozessmanagement empfohlen

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Hausarbeit sowie einer Projektpräsentation vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge;

5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Sommersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr.-Ing. Florian Mohr

Literatur:

- Becker Torsten: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. 3. Aufl., Springer Vieweg Verlag, Berlin Heidelberg 2018.
- Klug, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie - Grundlagen der Logistik im Automobilbau. 2. Aufl., Springer Vieweg Verlag, Berlin Heidelberg 2018.
- Kurbel, K.: Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. 7. Aufl., Oldenbourg Verlag, München 2011.
- Werner, H.: Supply Chain Management - Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 7. Aufl., Springer Gabler Verlag, Wiesbaden 2020.

4.1.2 Stoffstrommanagement

Stoffstrommanagement		6 ECTS
Modulkürzel: SSM	Workload (Arbeitsaufwand): 180 Stunden	Dauer: 1 Semester

<u>Lehr-/Lernformen:</u> a) Vorlesung b) Seminar	<u>Präsenzzeit:</u> 4 SWS / 60 h	<u>Selbststudium:</u> 120 h	<u>Geplante Gruppengröße:</u> 50 Studierende
<u>Verwendbarkeit des Moduls:</u> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u> Die Studierenden kennen Analysemethoden, welche die Nachhaltigkeit der Stoff- und Energieflüsse in Wirtschaft und Gesellschaft bewerten. Im Vordergrund steht ihre Befähigung, aufbauend auf dem Leitbild der Industriellen Ökologie, das Management von Rohstoffen und Energie zukunftsfähig auszurichten, beispielsweise durch Zero-Emissions-Strategien, Öko-Industrielle Kooperationen und eine innovative Recyclingwirtschaft. Die Studierenden haben die Idee einer Optimierung von komplexen Systemen durch das Tool des Stoffstrommanagements verstanden. Sie sind in der Lage, in regionalen Systemen Stoffstrommanagement anzuwenden und die dabei zu erwartenden Probleme zu analysieren und zu lösen. Im Vordergrund steht die Befähigung zur qualifizierten Potenzialanalyse mit dem Erkennen von Chancen und Risiken einer Stoffstrommanagementstrategie. - Verständnis der Grundlagen einer fossilen und erneuerbaren Energieversorgung in einem Industrieland - Befähigung zur Analyse der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Energieversorgungsstrategien - Befähigung zur Bewertung und zur Entwicklung von ökonomischen und technischen Lösungsansätzen - Verständnis unterschiedlicher Instrumente der Umweltpolitik - Fähigkeit zur Darstellung einer regionalen Wertschöpfung durch die Anwendung von Stoffstrommanagement.			
<u>Inhalte:</u> Grundlagen des Stoffstrommanagements. Kennen und Unterscheiden von natürlichen und anthropogenen Systemen. Kenntnis systemischer Strategien. Verständnis systemtheoretischer Grundlagen. Kenntnis von Stoff- und Energiekreisläufen in offenen und geschlossenen Systemen. Analyse von Schadstoffeinträgen und von Verhalten von Schadstoffen in natürlichen und in anthropogenen Systemen. Verständnis von Umwelttechniken vor allem „clean technologies“. Definition, Technologien, Arbeitstools und Philosophie von regionalem Stoffstrommanagement. Energetische, ökonomische und politische Aspekte von Stoffstrommanagement, technischer Umweltschutz, nachhaltige Energiesysteme, Embedded Energies bei Wasser, Abwasser und Abfallsystemen, regionale Wertschöpfung, Instrumente einer nachhaltigen Umweltpolitik national und international.			
<u>Empfehlung für die Teilnahme:</u> keine			
<u>Vergabe von Leistungspunkten:</u> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Präsentation (50 % Anteil Endnote) und einer Klausur (50 % Anteil Endnote) vergeben.			

<u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u> 5/90 [5,56%] für 3-semestrige Studiengänge; 5/120 [4,17%] für 4-semestrige Studiengänge
<u>Häufigkeit des Angebotes:</u> Jährlich (im Wintersemester)
<u>Modulverantwortliche/r:</u> Prof. Dr. Peter Heck
<u>Literatur:</u> • Isenmann, Ralf (Hrsg.) (2007) Industrial Ecology: mit Ökologie zukunftsorientiert wirtschaften. München: Elsevier Spektrum Akademischer Verlag • Von Hauff, Michael; Isenmann, Ralf; Müller-Christ, Georg (2011) Industrial Ecology Management: Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbünde. Gabler Verlag. • Graedel, Tom H.; Allenby, Braden R.; Graedel, T.E. (2009) Industrial Ecology and Sustainable Engineering. Prentice Hall. • Heck, Peter/Bemmann, Ulrich (Hrsg.) (2002): Praxishandbuch Stoffstrommanagement, Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst

4.1.3 Ökonomie nachhaltiger Institutionen

Ökonomie nachhaltiger Institutionen			6 ECTS
<u>Modulkürzel:</u> ÖKONI	<u>Workload (Arbeitsaufwand):</u> 180 Stunden		<u>Dauer:</u> 1 Semester
<u>Lehr-/Lernform:</u> Vorlesung, Fallstudien	<u>Präsenzzeit:</u> 4 SWS /60 h	<u>Selbststudium:</u> 120 h	<u>Geplante Gruppengröße:</u> 50 Studierende
<u>Verwendbarkeit des Moduls:</u> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u> Neben Grundzügen der Institutionenökonomik verfügen die Studierenden über diverse Perspektiven bezüglich der Gestaltung nachhaltiger Institutionen und haben die schon bekannten Sichtweisen (z.B. Ökonomie externer Effekte) vertieft. Die Studierenden sind in der Lage die Nachhaltigkeitseigenschaften von Institutionen kritisch zu reflektieren. Darüber hinaus sind sie dazu befähigt fallbezogen Zielkonflikte und unterschiedliche			

Interessenlagen bei der Gestaltung von Institutionen zu erörtern und können Lösungsansätze entwickeln.

Inhalte:

Erkenntnistheoretische Grundlagen und Interessen, Systemtheorie und Leitwerte, Dreiebenenbetrachtung und Nachhaltigkeitsdreieck, Ökonomie der externen Effekte und Instrumente zur Internalisierung, Informations- und Transaktionskosten, Eigentumsrechte und ökonomische Renten, spieltheoretische Grundlagen, Umweltpolitik via Außensteuerung vs. Binnensteuerung. Diskussion der Perspektiven am Beispiel der „nachhaltigen Siedlungsentwicklung“ (Inland und Ausland).

Grundlegende Institutionen und ihre verhaltenssteuernde Wirkung:

- Markt- vs. Plan (auch: Strategien der Energiewende)
- Arbeitsteilung und Außenhandel (auch: Freihandelsabkommen)
- Die Rolle von Geld, Kredit und Kapitalmarkt (auch: EU-Taxonomie, ESG)
- Die Rolle des Eigentums (auch: Eigentum an Boden und Ressourcen, Patente)
- Netzgebundene Monopole (auch: Bahn)

Die Fallbeispiele und Vertiefungen können modifiziert oder ergänzt werden.

Empfehlung für die Teilnahme:

keine

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer 90-minütigen Klausur vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56%) für 3-semestrige Studiengänge;
5/120 (4,17%) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Dirk Lühr

Literatur:

- Lühr, Dirk (2009): Die Plünderung der Erde, Verlag für Sozialökonomie
- Lühr, Dirk (2013): Prinzip Rentenökonomie: Wenn Eigentum zu Diebstahl wird, Metropolis

Weitere Literatur wird im Vorfeld der Veranstaltung bekannt gegeben.

4.1.4 Nachhaltigkeitsmanagement

Nachhaltigkeitsmanagement			5 ECTS
Modulkürzel: NAHAMA	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Vorlesung Seminar	Präsenzzeit: 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MPM, BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden erlangen Wissen über das betriebliche Nachhaltigkeitsmanagement. Sie kennen die internationalen und nationalen Vorgaben und Regelwerke. Sie sind mit den ESG-Kriterien (Environmental, Social und Corporate Governance) vertraut, um die Bemühungen einer Organisation im Bereich Nachhaltigkeit erfassen und analysieren zu können. Sie können eine Nachhaltigkeitsstrategie für ein Unternehmen skizzieren. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden und Vorgehensweisen zur systematischen Vorbereitung, Gliederung und inhaltlichen Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Vortrags. Die Studierenden sind in der Lage, einen komplexen fachlichen Sachverhalt aus dem Bereich Nachhaltigkeitsmanagement aufzuarbeiten, in einem Text strukturiert zusammenzufassen und die Inhalte in einem Fachvortrag vorzustellen.			
Inhalte: Das Modul Nachhaltigkeitsmanagement behandelt nicht nur die Konzepte des Nachhaltigkeitsmanagements, sondern auch die relevanten Vorgaben und Instrumente, die in allen wesentlichen Managementbereichen eingesetzt werden. • Ethische Grundlagen des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements • Effizienz, Konsistenz und Suffizienz • Entwicklung des Nachhaltigkeitsmanagements in Unternehmen • Nachhaltigkeit messen und steuern • Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz – gesetzliche Vorgaben für menschenrechtliche und umweltbezogene unternehmerische Sorgfalt • Handelsrechtliche Nachhaltigkeitsberichterstattung • ESRS – Standards zur Nachhaltigkeitsberichterstattung • Umweltmanagementsysteme nach ISO 14001 • Energiemanagementsysteme nach ISO 50001 • Umweltmanagementsysteme nach der europäischen EMAS-Verordnung • Sozialstandards und gesellschaftliche Verantwortung in internationalen Rahmenwerken (SA 8000, ISO 45001, ISO 26000) • Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie für die Neuausrichtung von			

Unternehmen • Nachhaltigkeitscontrolling Mögliche Vortragsthemen wären z. B.: • Praktische Herausforderungen bei der Bereitstellung von nichtfinanziellen Leistungsinformationen • Zur Notwendigkeit von Nachhaltigkeit in der Corporate Governance • Leadership für nachhaltiges Wirtschaften • Integrierte Managementsysteme • Nachhaltigkeitsmarketing • Nachhaltiges Personalmanagement • Nachhaltiges Management von Wertschöpfungsketten • Nachhaltigkeit und Kapitalbeschaffung von Unternehmen • Das Nachhaltigkeitsmanagement von Organisation „XY“ • Digitalisierung und künstliche Intelligenz im Nachhaltigkeitsmanagement • Aktuelle Trends und Entwicklungen im Nachhaltigkeitsmanagement
<u>Empfehlung für die Teilnahme:</u> Keine
<u>Vergabe von Leistungspunkten:</u> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur und einer Präsentation vergeben.
<u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<u>Stellenwert der Note für die Endnote/Gewichtung:</u> 5/90 [5,56%] für 3-semestrige Studiengänge; 5/120 [4,17%] für 4-semestrige Studiengänge
<u>Häufigkeit des Angebotes:</u> Jährlich (im Sommersemester)
<u>Modulverantwortliche/r:</u> NN <u>Lehrender:</u> Dr. Stefan Stumm
<u>Literatur:</u> • Baumast Annett, Pape Jens: Betriebliches Nachhaltigkeitsmanagement • Freiberg Jens, Bruckner Andrea: Corporate Sustainability – Kompass für die Nachhaltigkeitsberichterstattung • Hahn Rüdiger: Sustainability Management: Global Perspectives on Concepts, Instruments, and Stakeholders

- Hinrichs Bernd: Nachhaltigkeit als Unternehmensstrategie: Roadmap für unternehmerische Nachhaltigkeit & Innovation

4.2 Vertiefung Projektleitung und Unternehmensführung

4.2.1 Nachhaltige Unternehmensführung

Nachhaltige Unternehmensführung			6 ECTS
Modulkürzel: NUF	Workload (Arbeitsaufwand): 180 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernform: Vorlesung und Seminar	Präsenzzeit: 4 SWS /60 h	Selbststudium: 120 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Teilnehmenden beherrschen vertiefte Kenntnisse zu Grundlagen moderner und nachhaltiger Unternehmensführung. Sie sind in der Lage, verbreitete klassische und CSR-nahe Managementinstrumente einzuschätzen, in Grundzügen anzuwenden und ihrem eigenen Instrumentarium zuzuordnen. Die Teilnehmenden kennen Analysewerkzeuge und Managementtechniken, sind vertraut mit aktuellen Herausforderungen in globalisierten konvergierenden Märkten unter hohem Innovationsdruck. Sie reflektieren gesamtheitlich die umsichtige, umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Führung von Unternehmen. Zudem sind die Teilnehmenden in der Lage, ihre Erkenntnisse strukturiert, adressatengerecht und überzeugend zu präsentieren. Sie beherrschen den gezielten Einsatz von Präsentationstechniken, argumentieren schlüssig und setzen visuelle sowie rhetorische Mittel zur wirkungsvollen Vermittlung ihrer Inhalte ein. Sie können komplexe Sachverhalte klar und verständlich aufbereiten sowie souverän auf Rückfragen und Diskussionen reagieren.			
Inhalte: I: Auftakt über mitarbeiterorientierte Aspekte wie Motivation, Anreiz & Beitrag, Organisational Behaviour, Korrelation zwischen Führungsstil, effektiver Aufgabenteilung & Produktivität II: Instrumente: Technologie-, Innovations- und Riskmanagement, Sicherheit im Unternehmen/Fraudmanagement, überkommene vs. moderne Budgetierungsverfahren, theorienahe Begleitung der Gestaltung, Ziele und Umsetzung moderner Unternehmensführung normativ-strategisch, taktisch und operativ unter Achtung der Ressourcen- und Sozialperspektiven im 21. Jahrhundert, basierend auf normativer Unternehmensführung/HSG-Ansatz, weitere Steuerungsinstrumente und Managementmethodiken, z.B. [sustainability oriented] Scorecards, Sponsoringpolitik, Corporate Volunteering etc. Beispiele zur nachhaltigen Sicherung der Zukunftsfähigkeit von Unternehmen durch Anreize für langfristig orientiertes Entscheiden im Management und Wertorientierung im Stakeholder-Ansatz in Konzernen und Global Playern III: Herausragende Managerpersönlichkeiten bei Multinationals und im deutschen Mittelstand, Erfolgsrezepte und Beispiele Good Management Practice einerseits und Managementfehlern sowie Manager-Fehlverhalten andererseits, Deutscher Corporate			

Governance Codex - kommentierte und diskutierte Impulsvorträge aller Teilnehmer. Alle Inhalte korrespondieren mit Aspekten der Corporate Responsibility.			
Lehrformen: Seminar			
Empfehlung für die Teilnahme: keine			
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden aufgrund eines 30-40 Minuten dauernden Referates zu einem zugeordneten Thema, ggf. in Arbeitsgruppen (40% Anteil Endnote), sowie einer am Semesterende einzureichenden Verschriftlichung zum gleichen individuellen Thema im Umfang von 18-20 S. (60% Anteil Endnote) vergeben. Regelmäßige Teilnahme und aktive Mitarbeit an der Lehrveranstaltung ist empfohlen, da die Themen im Seminarstil diskutiert und Gruppenarbeiten vergeben werden.			
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge			
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)			
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus Rick			
Literatur: • Müller-Christ (2014): Nachhaltiges Management, 2. Aufl., nomos utb • Binder (2013): Nachhaltige Unternehmensführung, Haufe • Macharzina / Wolf (2017): Unternehmensführung, 10. Aufl. Springer Gabler • Vahs/Brem (2015): Innovationsmanagement, Schäffer Poeschel • 5) Steinmann / Schreyögg (2013): Management – Grundlagen der Unternehmensführung, 7. Auflage, Springer Gabler			

4.2.2 Projektmanagement, Controlling und Personal

Projektmanagement, Controlling und Personal			5 ECTS
Modulkürzel: PROMACOPE	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: Vorlesung	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende

Verwendbarkeit des Moduls:

Als Pflichtmodul: RTA, D-RTA, MPM

Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)

Lernergebnisse/Kompetenzen:

Die Studierenden erlangen das Wissen über die Methodik des Projektmanagements und des Projektcontrollings. Sie verstehen die Anforderungen, die sich für die Projektsteuerung aus (unerwarteten) Änderungen bei der Projektabwicklung ergeben. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, Projektteams zu führen sowie Projekte planen und abwickeln zu können.

Inhalte:

In der Veranstaltung werden folgende Themen behandelt:

- Grundlagen des Projektmanagements,
- Planung, Organisation und Steuerung von Projekten,
- Projektvorgehensmodelle (klassisch, agil),
- Projektstrukturierung, Projektphasen, Meilensteine,
- Projektabwicklung (Zeitplantechnik, Meilenstein-Trendanalyse),
- Projektbudgetierung,
- Projektdokumentation (Lasten- und Pflichtenheft),
- Werkzeuge der Projektplanung (MS Project),
- Risikoanalysen von Projekten,
- Projektcontrolling (mit Bezug auf die Projektabwicklung),
- Aufgaben des Projektleiters, Projektverantwortung,
- Personalplanung, Personalorganisation,
- Teamarbeit und Führen von Projektteams (Kommunikation, Konfliktlösung),
- Personalführung.

Empfehlung für die Teilnahme:

Die Studierenden sollten die Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre beherrschen.

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote/Gewichtung:

5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge;

5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Florian Mohr

Literatur:

- Jürg Kuster, Eugen Huber, Robert Lippmann, Alphons Schmid, Emil Schneider, Urs Witschi, Roger Wüst: Handbuch Projektmanagement, 4. Auflage, Springer-Verlag 2018
- Walter Jakoby: Intensivtraining Projektmanagement, Springer-Verlag 2015
- The Rules Governing Medicinal Products in the European Union Volume 4 EU Guidelines for Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use, https://health.ec.europa.eu/medicinal-products/eudralex/eudralex-volume-4_en

4.2.3 Projekt- und Unternehmenskommunikation

Projekt- und Unternehmenskommunikation			5 ECTS
Modulkürzel: PROUNT	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernformen: Vorlesung mit integrierter Übungsvertiefung	Präsenzzeit: 4 SWS/ 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MPM, BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: • komplexe Kommunikationsmodelle auf Projekte und Unternehmen verstehen und kritisch bewerten • Kommunikationsstrategien für verschiedene Stakeholder entwickeln und ihre Wirksamkeit analysieren • interne und externe Kommunikationsprozesse in Projekten und Unternehmen planen, steuern und evaluieren • Krisenkommunikation strategisch entwickeln • digitale Kommunikationsinstrumente zielgerichtet planen und evaluieren • interkulturelle und interdisziplinäre Kommunikationsherausforderungen kennen • kommunikative Führungskompetenzen in Projekten verstehen • ethische Aspekte der Unternehmenskommunikation reflektieren und in Entscheidungen einbeziehen			
Inhalte: Das Modul vermittelt fortgeschrittene Konzepte der Projekt- und Unternehmenskommunikation: • theoretische Grundlagen: Von klassischen zu postmodernen Kommunikationsmodellen • strategische Kommunikationsplanung in Projekten und Unternehmen • Stakeholder-Mapping und zielgruppenspezifische Kommunikationsansätze			

- Change Communication: Kommunikative Begleitung von Veränderungsprozessen
- Krisenkommunikation: Prävention, Reaktion und Reputation Management
- digitale Transformation der Unternehmenskommunikation
- interkulturelle Kommunikation in globalen Projekten
- Kommunikationscontrolling und KPIs
- Ethik und Nachhaltigkeit in der Unternehmenskommunikation

Praxisbeispiele vertiefen die theoretischen Inhalte.

Empfehlung für die Teilnahme:

Keine

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote/Gewichtung:

5/90 [5,56%] für 3-semesterige Studiengänge;
5/120 [4,17%] für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Sommersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Christoph Kreiterling

Literatur:

- Cornelissen, J. (2023). Corporate Communication: A Guide to Theory and Practice. 7. Aufl. SAGE.
- Coombs, W. T. (2023). Ongoing Crisis Communication: Planning, Managing, and Responding. 6. Aufl. SAGE.
- Mast, C. (2022). Unternehmenskommunikation: Ein Leitfaden. 8. Aufl. UVK Verlag.
- Zerfaß, A. & Piwinger, M. (Hrsg.) (2022). Handbuch Unternehmenskommunikation. 3. Aufl. Springer Gabler.
- Schach, A. (2021). Projektmanagement und Kommunikation: Grundlagen und Methoden. Springer Gabler.
- Steyn, B. & Niemann, L. (2022). Strategic Communication: Theory and Practice. Routledge.
- Tench, R. & Yeomans, L. (2023). Exploring Public Relations and Management Communication. 6. Aufl. Pearson.
- Van Ruler, B. (2022). Communication Theory: An Understandable Approach. De Gruyter Mouton.

4.3 Vertiefung Technik

4.3.1 Anlagenprojektierung

Anlagenprojektierung			5 ECTS
Modulkürzel: ANLPRO	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Vorlesung mit Gruppenarbeit	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: BPP, MEE (F-PO 2024), RTA, D-RTA, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Die Studierenden haben Kenntnisse zum Anfertigen von Fließbildern von Anlagen mittleren Komplexitätsgrades. Dabei werden verfahrenstechnische Baugruppen selbstständig unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Umweltaspekten geplant und im RI-Fließbild dargestellt.			
Inhalte: • Projektierung einfacher verfahrenstechnischer Anlagen • Planungs- und Berechnungsgrundlagen • Darstellung in Grund- und Verfahrensfließbild • Detaillierte Darstellung im RI-Fließbild • Sicherheitstechnische Kenngrößen • Anlagensicherheit • Auslegung und Planung verfahrenstechnischer Baugruppen.			
Empfehlungen für die Teilnahme: Die Studierenden sollten die Grundlagen der Anlagenplanung und der Verfahrenstechnik beherrschen, z.B. Modul Strömungs-, Kolbenmaschinen und Anlagenplanung bzw. Anlagenplanung und Fluidförderung in Pharma-Prozessen.			
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur oder Hausarbeit vergeben. Zu Semesterbeginn wird die jeweilige Prüfungsform durch den Dozenten bekannt gegeben			
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert.			
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge			

Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ulrich Bröckel
Literatur: • E. Wegener (2003): Montagegerechte Anlagenplanung, Wiley-VCH, Weinheim • F. P. Helmus (2003): Anlagenplanung, Wiley-VCH, Weinheim • Walter Wagner, Vogel Verlag: • Rohrleitungstechnik • Planung im Anlagenbau • Strömung und Druckverlust

4.3.2 Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik

Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik			5 ECTS
Modulkürzel: RAUMLUFT	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernformen: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MEE (F-PO 2024), UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden haben • die Fähigkeit Abwärme rationell nutzen zu können, theoretisch wissenschaftliche Analyse und Konzeption komplexer, mehrfach funktionaler Wärmerückgewinnungssysteme • die Fähigkeiten zur Analyse und Konzeption der effizienten Luftförderung • Auslegungs-, Berechnungs- Optimierungskompetenz effizienter Energierückgewinnung und Luftfördersysteme • Problemlösekompetenz systemtechnisch geprägter Fragestellungen • die Fähigkeit zur Modellierung und Analyse von Optimierungs- bzw. Einsparpotenzialen.			
Inhalte: Das Modul vermittelt vertiefende Kenntnisse zur effektiven Nutzung der regenerativen und rekuperativen Energierückgewinnung aus lufttechnischen Prozessen (Raum- und Prozesslufttechnik) und beschreibt Techniken zur energieeffizienten Luftförderung: • Arten der Wärmerückgewinnung - rekuperative Rückgewinnungssysteme - regenerative Rückgewinnungssysteme - instationäre Rückgewinnungsprozesse			

- Thermodynamik der Wärmerückgewinnung
 - Stoff- und Wärmeübertragungsprozesse
 - Effizienz der Abwärmenutzung
- Mehrfachfunktionale Systeme
 - sekundäre thermodynamische Funktionen der Wärmerückgewinnung
 - indirekte Verdunstungskühlung
 - sorptionsgestützte Kühlung
- Konstruktion und Aufbau von Wärmerückgewinnungssystemen
- Wärmepumpensysteme
- Wirtschaftlichkeitsberechnung
 - energetische Bewertung
 - monetäre Bewertung (Amortisation und Kapitalwerte)
- Normative und gesetzliche Anforderungen
- Mess- und Regeltechnik
- Effiziente und energiesparende Luftförderung
 - Grundlagen der Strömungstechnik der Luftförderung
 - Ventilatoren und elektrische Antriebe
 - Regelsysteme
 - Konstruktion und Aufbau von Ventilatorsystemen
 - Normative und gesetzliche Anforderungen
 - Instationäre Raumlüftung
- Theoretische Übungen und Anwendungsbezug
 - Vertiefung der theoretischen Inhalte durch Berechnungsübungen
 - Vertiefung der Inhalte durch Projektierung von lufttechnischen Systemen
 - Vertiefung der Inhalte durch ein messtechnisches Praktikum (Labor)

Empfehlung für die Teilnahme:

Mathematische und physikalische Grundlagen, Grundlagen der Thermodynamik, Grundlagen der Akustik, Prozessleit- und Regelungstechnik

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 [5,56 %] für 3-semestrige Studiengänge;
5/120 [4,17 %] für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr.-Ing. Christoph Kaup

Literatur:

- Praxishandbuch Thermodynamik, PP Publico Publications

- VDI-Wärmeatlas, aktuelle Auflage
- Wärmerückgewinnung in raumlufthechnischen Anlagen
- Diverse Sonderdruck zu meinen Publikationen

4.3.3 Optimization and Machine Learning

Optimization and Machine Learning			5 ECTS
Modulkürzel: OML	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: a) Seminar b) Übung	Präsenzzeit: 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MAI Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Der Umgang mit Optimierungsproblemen, großen Datenmengen und die damit verbundene Wissensgenerierung wird für zukünftige IoT-Anwendungen zunehmend wichtig. • Die Studierenden erlangen die Kompetenz um technische, organisatorische und wirtschaftliche Probleme als Optimierungsproblem zu modellieren und mit Hilfe von Optimierungs-Toolboxen und Algorithmen lösen. • Die Studierenden erlangen die Kompetenz Optimierungsprobleme zu klassifizieren und verstehen die Algorithmen zum Lösen der Probleme. • Darüber hinaus erlangen sie die Kompetenzen Algorithmen für Lernverfahren auszuwählen, zu implementieren, zu bewerten und (weiter-)zuentwickeln, um aus Daten Wissen zu generieren. • Die Studierenden können (Schätz-)Verfahren zum Umgang mit unsicherem Wissen auswählen, implementieren, bewerten und (weiter-)entwickeln.			
Inhalte: • Teil 1: Optimierungsverfahren ○ Konvexe Funktionen und Mengen ○ Konvexe Optimierungsprobleme ○ Lagrange und Dualität ○ Numerische Verfahren ○ Verteilte Optimierung ○ Programmiertechniken zum Lösen von Optimierungsproblemen • Teil 2: Algorithmen für Supervised Learning ○ Lineare Modelle (Klassifikation, Regression, etc.) ○ Umgang mit nichtlinear-trennbaren Daten ○ Support Vector Machines • Teil 3: Algorithmen für Unsupervised Learning & Schätzverfahren ○ Umgang mit unsicherem Wissen ○ Maximum Likelihood-Schätzer, MMSE-Schätzer			

○ Unsupervised Learning: Kmeans, DBSCAN
Lehrformen: Vorlesung mit integrierter Übung
Empfehlungen für die Teilnahme: Sichere Beherrschung mathematischer und statistischer Grundlagen
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Guido Dartmann
Literatur: Convex Optimization – Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe, Cambridge University Press, online verfügbar: http://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/ Learning from Data – Yaser S. Abu-Mostafa, Malik Magdon-Ismail, and Hsuan-Tien Lin, AMLbook.com, http://amlbook.com

4.3.4 Artificial Intelligence and Machine Learning

Artificial Intelligence and Machine Learning			5 ECTS
Modulkürzel: AIMAL	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernformen: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: a) 30 Studierende b) 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MAI (ab FPO 2021) Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			

Lernergebnisse/Kompetenzen:

Die Studierenden kennen fortgeschrittene Modelle und Methoden im Bereich der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens und haben einen umfassenden Überblick über theoretische und praktische Aspekte einzelner Konzepte erfahren. Sie wenden diese Kenntnisse auf ausgewählte praxisnahe Übungsbeispiele an und können sie auf Problemstellungen aus Theorie und Praxis übertragen.

Inhalte:

- Lernmodelle und Lerntheorien
- Lernen durch Beobachtung und Beispiele
- Entscheidungsbäume
- Neuronale Netze (McCulloch-Pitts-Unit, Single-Layer-Perceptron, Multi-Layer-Perceptron, Support Vector Machine)
- Genetische Algorithmen und genetische Programmierung
- Fourier-Transformationen
- Programmtechnische Umsetzung ausgewählter Verfahren

Empfehlungen für die Teilnahme:

Programmierkenntnisse

Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe von Leistungspunkten erfolgt auf Basis einer schriftlichen Prüfung (Klausur).

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56%) für 3-semestrige Studiengänge;
5/120 (4,17%) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Verantwortliche Dozenten:

Prof. Dr. S. Naumann

Literatur:

- Tom Mitchell (1997): Machine Learning, McGraw-Hill, New York et al.
- Stuart Russel, Peter Norvig (2002): Artificial Intelligence. A Modern Approach. Prentice Hall, New Jersey
- Stephan Marsland (2009): Machine Learning. An Algorithmic Perspective. CRC Press, Boca Rata

4.3.5 Brennstoffzellen- und Batterietechnik für Master (WP)

Brennstoffzellen- und Batterietechnik für Master (WP)			5 ECTS
Modulkürzel: BZBATEC-M	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: a) Vorlesung b) Praktikum	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h 15 h	Selbststudium: 90 h	Geplante Gruppengröße: 30 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog [Homepage unter „Infos aktuelles Semester“]			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Brennstoffzellen-, Wasserstoff- und Reformertechnologie sowie der Batterietechnik und zu Grunde liegende Kenntnisse zur Thermodynamik und elektro-chemischen Kinetik. Sie können das erworbene Wissen selbstständig für eine spätere Tätigkeit bei einem Batterie- oder Brennstoffzellen-Entwickler anwenden.			
Inhalte: Das in der Thermodynamik erworbene Wissen wird hier auf die elektro-chemische Energiewandlung angewandt. Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse der Batterie- und Brennstoffzellentechnik. Es werden die verschiedenen Typen, ihre Charakteristika und Anwendungen vorgestellt.			
Lehrformen: Vorlesung mit integrierten Übungen und einem Laborpraktikum			
Empfehlung für die Teilnahme: Die Studierenden sollten Kenntnisse in Thermodynamik und Physikalischer Chemie besitzen.			
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.			
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56%) für 3-semestrige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semestrige Studiengänge			
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)			
Modulverantwortliche/r:			

Prof. Dr. Gregor Hoogers

Literatur:

- Handbook of Batteries (McGraw-Hill) Elektrochemie, Vielstich
- Larminie, Vielstich/Gasteiger, Hoogers

4.3.6 Chemische Verfahrenstechnik II

Chemische Verfahrenstechnik II			5 ECTS
Modulkürzel: CHEVER II	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: Vorlesung	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: BPP – Vertiefungsrichtung <i>Prozesstechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Prinzipien der Reaktionstechnik und das Zusammenspiel von chemischer Reaktion und Stofftransport. Die Studierenden sind in der Lage, Reaktionssysteme selbständig zu planen und eine Maßstabsübertragung („Scale-up“) vom Labor- in den Produktionsmaßstab durchzuführen. Die Studierenden kennen industrielle Herstellungsprozesse anorganischer und organischer Vor- und Zwischenprodukte und können die dabei angewandten Techniken selbständig auf neue Verfahren übertragen.			
Inhalte: Die Veranstaltung vertieft im ersten Teil die Aspekte der Reaktionstechnik aufbauend auf der Veranstaltung „Chemische Verfahrenstechnik I“: • Mikrokinetik homogener Gas- und Flüssigkeitsreaktionen (Formalkinetische Geschwindigkeitsansätze, Parallel- und Folgereaktionen, Reversible Reaktionen, Damköhler-Zahl I) • Makrokinetik in fluiden Zweiphasensystemen (Kenngrößenbeziehungen des Stoffübergangs, Reaktionen mit Stofftransport, Hatta-Zahl) • Mikrokinetik heterogen katalysierter Reaktionen (Reaktionsgeschwindigkeits-Gleichungen, Desaktivierung, Langmuir-Hinshelwood, Eley-Rideal) • Makrokinetik heterogen katalysierter Reaktionen (Zusammenspiel des äußeren und inneren Stofftransports, Damköhler-Zahl II, Thiele-Modul, Gleichzeitiger äußerer und innerer Wärmetransport, Arrhenius-Zahl, Prater-Zahl, Biot-Zahl Wärme) Im zweiten Teil der Veranstaltung werden Produktionsprozesse bedeutender Vor- und Zwischenprodukte der industriellen organischen und anorganischen Chemie behandelt: • Schwefelsäure • Chlor-Alkali-Elektrolyse • Synthesegas und Synthesen mit Kohlenmonoxid			

• Ammoniak, Salpetersäure und Harnstoff • Ethylen, Propylen und ihre Umsetzungsprodukte • Vinyl-Halogen-Verbindungen • Komponenten für Polyamide • Aromaten und ihre Umsetzungsprodukte
Lehrformen: Vorlesung
Empfehlungen für die Teilnahme: Die Studierenden sollten die Inhalte der Veranstaltung „Chemische Verfahrenstechnik I“ beherrschen.
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Jens Dittmann
Literatur: • Baerns, M; Hofmann, H.; Renken, A.: Chemische Reaktionstechnik – Lehrbuch der Technischen Chemie Band 1. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1987 • Emig, G., Klemm, E.: Technische Chemie - Einführung in die chemische Reaktionstechnik. Springer-Verlag, Heidelberg, 2005 • Weissermel, K., Arpe, H.J.: Industrielle organische Chemie, VCH-Verlag Heidelberg, 1994

4.3.7 Informationssysteme

Informationssysteme			5 ECTS
Modulkürzel: INFOSYS	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltung: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: a) 50 Studierende b) 20 Studierende

Verwendbarkeit des Moduls:

Als Pflichtmodul: MAI - Vertiefungsrichtung Sustainability and Information Systems
Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)

Lernergebnisse/Kompetenzen:

Die Studierenden kennen die wichtigsten Komponenten eines Datenbanksystems, deren Motivation und die darin realisierten Funktionalitäten. Des Weiteren können die Studierenden mit Datenbank-interner Programmierung für relationale Datenbanksysteme sowohl Integritätssicherung umsetzen als auch Zusatzfunktionalitäten realisieren. Aufbauend auf ihrem Wissen über die internen Systemabläufe sind sie in der Lage, die Kommunikation mit Datenbanken zu optimieren.

Inhalte:

Wesentliches Ziel der Vorlesung ist das für die Umsetzung großer Informationssysteme wichtige Erlernen der internen Arbeitsprinzipien eines Datenbanksystems sowie der Datenbank-internen Programmierung bei relationalen Datenbanksystemen.

- Datenintegrität und deren Realisierung in SQL
- PL/SQL: Realisierung dynamischer Integritätsbedingungen und Datenbank-interne Programmierung
- Anfragebearbeitung und -optimierung Mehrbenutzer-Synchronisation in der Transaktionsverwaltung
- Recovery in der Transaktionsverwaltung

Lehrformen:

Vorlesung (2 SWS) mit begleitenden Rechnerübungen (2 SWS)

Empfehlungen für die Teilnahme:

Die Studierenden sollten die Grundlagen von relationalen Datenbanken kennen und die Sprache SQL beherrschen.

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer mündlichen Prüfung vergeben.

Umfang und Dauer der Prüfung:

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56%) für 3-semestrige Studiengänge;
5/120 (4,17%) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Sommersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. Gisela Sparmann

Literatur:

- A. Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme – Eine Einführung. Oldenbourg Verlag

- R. Elmasri, S. Navathe: Fundamentals of Database Systems. Addison Wesley Verlag
- St. Feuerstein, P. Pribyl, Ch. Dawes: Oracle PL/SQL kurz&gut. O'Reilly Verlag

4.4 Sonstige

4.4.1 Wasser – nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)

Wasser – nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)			5 ECTS
Modulkürzel: WASSER	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: Vorlesung, Praktika, Exkursionen	Präsenzzeit: 4 SWS / 45 h	Selbststudium: 105 Stunden	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden verstehen die Rolle der Ressource Wasser in natürlichen, sozialen und wirtschaftlichen Systemen und erkennen die aktuellen interdisziplinären Herausforderungen rund um diese Ressource. Sie sind in der Lage, im Lichte des globalen klimatischen und technologischen Wandels integrative Konzepte zu einer nachhaltigeren Nutzung dieser Ressource zu erarbeiten.			
Inhalte: Dieser interdisziplinäre Kurs vermittelt hydrologische und limnologische Grundlagen zum Verständnis der natürlichen Süßwassersysteme. Darauf aufbauend werden die Ökosystemleistungen aquatischer Lebensräume für die Gesellschaft, wichtige technische Prozesse der Wassernutzung (z.B. Trinkwassergewinnung, Abwasserreinigung, Rolle von Wasser in Produktionsprozessen) sowie deren rechtliche Grundlagen besprochen. Anhand von regionalen Klimawandelszenarien wird die Nachhaltigkeit bestehender Formen der Wassernutzung behandelt, aktuelle und zukünftige Konflikte beim Management dieser Ressource herausgearbeitet, sowie Lösungsansätze diskutiert.			
Empfehlung für die Teilnahme: Keine			
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
Umfang und Dauer der Prüfung: Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			

Stellenwert der Note für die Endnote:

5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge;
5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. S. Stoll, Prof. Dr. A. Schweizer, Prof. Dr. S. Peifer-Gorges, Prof. Dr. K. Nitschmann

Literatur:

- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5PartA_FINAL.pdf
- Schwoerbel & Brendelberger (2013) Einführung in die Limnologie (10. Aufl.). Springer, Berlin.
- Maniak (2017) Hydrologie und Wasserwirtschaft- Eine Einführung für Ingenieure (7. Aufl.). Springer, Berlin.
- Hölting & Coldewey (2013) Hydrogeologie - Einführung in die allgemeine und angewandte Hydrogeologie (8. Aufl.). Springer, Heidelberg. Breuer & Gärditz (2017) Öffentliches und privates Wasserrecht (4. Aufl.). C.H. Beck, München.