



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 Science

Fachprüfungsordnung 2024
[veröffentlicht im publicus Nr. 2024-08
vom 08.02.2024, S. 72-77]

Stand September 2025

Inhaltsverzeichnis

1 Leitbild Lehre	1
2 Curriculum	2
2.1 Studienbeginn im Wintersemester	2
2.2 Studienbeginn im Sommersemester	3
3 Pflichtmodule	4
3.1 Fourier- und Laplace-Transformationen.....	4
3.2 Prozessleit- und Regelungstechnik.....	5
3.3 Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master).....	6
3.4 Höhere Analysis.....	8
3.5 Anlagenprojektierung.....	9
3.6 Speicherprogrammierbare Steuerung	10
3.7 Physik M.....	12
3.8 Embedded Systems	14
3.9 Energieinformatik M.....	15
3.10 Energiemanagement und Gebäudeautomation.....	18
3.11 Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik	22
3.12 Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien	24
3.13 Elektrische Energietechnik.....	26
3.14 Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)	28
3.15 Abschlussarbeit und Kolloquium.....	29
4 Wahlpflichtmodul aus Katalog Wirtschaft und Recht	31
4.1 Umweltrecht	31
4.2 Umweltökonomie	32
4.3 Supply Chain Management.....	34
4.4 Stoffstrommanagement.....	35
4.5 Ökonomie nachhaltiger Institutionen.....	37
4.6 Nachhaltige Unternehmensführung	38
5 Wahlpflichtmodul allgemein	41
5.1 Optimization and Machine Learning	41
5.2 Artificial Intelligence and Machine Learning	43

5.3	Brennstoffzellen- und Batterietechnik (WP).....	44
5.4	Chemische Verfahrenstechnik II.....	45
5.5	Informationssysteme	47
5.6	Umweltchemie und Umweltgeotechnik (WP).....	48
5.7	Umwelttechnik (WP).....	50
5.8	Wasser - nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)	51

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- und Prozess-Verfahrenstechnik	BPV
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 Wintersemester¹

Erneuerbare Energien- Studienbeginn im Wintersemester		SWS	ECTS	Gewichtung	
1. Semester	Fourier- und Laplace-Transformationen	4	5	5	
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5	
	Wahlpflichtmodul allgemein ⁱ	4	5	5	
	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)	2	5	5	
	Wahlpflichtmodul allgemein ⁱ	4	5	5	
	Wahlpflichtmodul aus Katalog Wirtschaft und Recht	4	5	5	
	Summe	22	30	30	
2. Semester	Höhere Analysis	4	5	5	
	Anlagenprojektierung	4	5	5	
	Speicherprogrammierbare Steuerung	4	5	5	
	Physik M	4	5	5	
	Embedded Systems	4	5	5	
	Energiemanagement und Gebäudeautomation	4	5	5	
	Summe	24	30	30	
3. Semester	Energieinformatik (Master)	4	5	5	
	Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik	4	5	5	
	Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien	4	5	5	
	Elektrische Energietechnik	4	5	5	
	Wahlpflichtmodul allgemein ⁱ	4	5	5	
	Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)	2	5	5	
	Summe	22	30	30	
4. Semester	Abschlussarbeit und Kolloquium	-	30	30	
	Abschlussarbeit Kolloquium		24 6	24 6	
	Summe	0	30	30	
		Insgesamt	68	120	120

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

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

2.2 Studienbeginn im Sommersemester²

Erneuerbare Energien- Beginn im Sommersemester		SWS	ECTS	Gewichtung
1. Semester	Höhere Analysis	4	5	5
	Anlagenprojektierung	4	5	5
	Speicherprogrammierbare Steuerung	4	5	5
	Physik M	4	5	5
	Embedded Systems	4	5	5
	Energiemanagement und Gebäudeautomation	4	5	5
	Summe	24	30	30
2. Semester	Fourier- und Laplace-Transformationen	4	5	5
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5
	Energieinformatik M	4	5	5
	Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik	4	5	5
	Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien	4	5	5
	Elektrische Energietechnik	4	5	5
	Summe	24	30	30
3. Semester	Wahlpflichtmodul allgemein ⁱ	4	5	5
	Wahlpflichtmodul allgemein ⁱ	4	5	5
	Wahlpflichtmodul allgemein ⁱ	4	5	5
	Wahlpflichtmodul aus Katalog Wirtschaft und Recht	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)	2	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)	2	5	5
	Summe	20	30	30
4. Semester	Abschlussarbeit und Kolloquium	-	30	30
	Abschlussarbeit Kolloquium		24 6	24 6
	Summe	0	30	30
	Insgesamt	68	120	120

² Für einen Aufenthalt an einer anderen Hochschule eignet sich insbesondere das 3. Fachsemester.

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

3 Pflichtmodule

3.1 Fourier- und Laplace-Transformationen

Fourier- und Laplace-Transformationen			5 ECTS
Modulkürzel: FOLATRA	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen: a) Vorlesung b) Übung	Präsenzzeit: 3 SWS/ 33,75 h 1 SWS/ 11,25 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: DPE, MEE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Durch diese Veranstaltung sind die Studierenden in die Lage versetzt, periodische Vorgänge durch Fouriersynthese zu beschreiben bzw. durch Fourieranalyse zu untersuchen. Die Laplace-Transformation als Lösungsmethode für Differentialgleichung und als Analyseinstrument für das Übertragungsverhalten zeitkontinuierlicher linearer Systeme können angewandt werden. Viele Prozesse lassen sich mit Hilfe periodischer Funktionen mathematisch modellieren, wie z.B. der Verlauf der Sonnenposition über dem Horizont, das dynamische Verhalten von Regelkreisen oder auch das Verhalten verschiedener Arten von Wechselstrom.			
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Modellbildung <ul style="list-style-type: none"> ○ Fouriertransformation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Begriff der Fourierreihe und ihre Anwendungen ▪ Fourierintegral und Fouriertransformation ▪ Anwendungen der Fouriertransformation ○ Laplace-Transformation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition und Eigenschaften der Laplace-Transformation 			
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)
Verantwortliche Dozenten: Prof. Dr. Rita Spatz, Dr. Stephan Didas, Dipl.-Math. Natalie Didas
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, 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 1 und 2, WILEY-VCH Verlag Berlin, 3. Aufl, 2. Aufl. 2000

3.2 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • Diskrete lineare Systeme <ul style="list-style-type: none"> - Einführung: Diskrete Systeme - Abtastsysteme und diskrete Äquivalenz - Klassischer digitaler Reglerentwurf - Self-Tuning-Regelung • Analyse nichtlinearer Systeme <ul style="list-style-type: none"> - Systeme mit nichtlinearen Kennlinien - Nichtlineare Dynamik • Regelung nichtlinearer Systeme <ul style="list-style-type: none"> - Feedback-Linearisierung 			

<ul style="list-style-type: none"> - Flachheitsbasierte Regelung - Sliding Mode Regelung - Integrator-Backstepping - Adaptive Regelung • Rechenübungen und Anwendungsbezug <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung der theoretischen Inhalte durch Rechenbeispiele - Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele <p>Übung und Simulation mechatronischer Systeme mit Matlab/Simulink</p>
<p>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.</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Fabian Kennel</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

3.3 Interdisziplinäre Projektarbeit I (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

<p>Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: MAI, MMI, DPE, MEE, BPP, RTA, D-RTA, BAE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p> <p>Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium Die Studierenden kontaktieren zu Semesterbeginn die Studiengangleitung zur Festlegung der anwendungsorientierten Themenstellung an beiden Lernorten.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>Empfehlungen für die Teilnahme: Keine</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit einer mündlichen Projektpräsentation vergeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jedes Semester</p>
<p>Modulverantwortliche/r: alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld</p>

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/

3.4 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 <ul style="list-style-type: none"> • Vektoranalysis • Differentialgleichungen <ul style="list-style-type: none"> - 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.			

<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Verantwortliche Dozenten: Prof. Dr. Rita Spatz, Prof. Dr. Stephan Didas, Dipl.-Math. Natalie Didas</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

3.5 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.			

<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.
<p>Empfehlungen für die Teilnahme:</p> <p>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.</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur oder Hausarbeit vergeben. Zu Semesterbeginn wird die jeweilige Prüfungsform durch den Dozenten bekannt gegeben</p>
<p>Umfang und Dauer der Prüfung:</p> <p>Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote:</p> <p>5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes:</p> <p>Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r:</p> <p>Prof. Dr. Ulrich Bröckel</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

3.6 Speicherprogrammierbare Steuerung

Speicherprogrammierbare Steuerung			5 ECTS
Modulkürzel: SPS	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehr-/Lernformen:	Präsenzzeit:	Selbststudium:	Geplante Gruppengröße:

Vorlesung mit exempl. Übungen	4 SWS / 45 h	105 h	50 Studierende
<p><u>Verwendbarkeit des Moduls:</u> Als Pflichtmodul: MEE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>			
<p><u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 			
<p><u>Inhalte:</u> Das Modul vermittelt vertiefende fundamentale Kenntnisse zur speicherprogrammierbaren Steuerung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - Lösen von systemnahen Aufgaben rund um die Themen Boolesche Logik, Automaten, Fließbilder, Safety - Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele • Praxis-Übung <ul style="list-style-type: none"> - Lösen von Übungsaufgaben anhand von SPS-Übungssystemen - Teamorientiertes Lösen praktischer Aufgabenstellungen, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse. 			
<p><u>Empfehlung für die Teilnahme:</u> Kenntnisse über Angewandte Elektrotechnik</p>			
<p><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></p>			

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Kennel</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

3.7 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 Maxwell'schen-Gleichungen vor dem Hintergrund ihrer elektrotechnischen Anwendungen (Coulomb-Gesetz, Oersted-Feld, Lorentz-Kraft, Induktion, Lenzsche Regel, stromdurchflossene Leiter/Spule, elektromagnetische Wellen, Hertz'scher Dipol) zu interpretieren.

den statistischen Charakter der Thermodynamik anhand typischer Verteilungsfunktionen (Boltzmann-Faktor, Maxwell'scher-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

- Newton'sche Mechanik
- Erhaltungsgrößen und Invarianzen
- Hamilton'sche 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 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 (i.d.R. im Sommersemester)
Modulverantwortliche/r: N.N.
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • 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

3.8 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.			

<ul style="list-style-type: none"> • 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 Programmier-Techniken, Echtzeitprogrammierung in C (gcc-Compiler)
<p>Lehrformen: Vorlesung mit Rechnerübungen</p>
<p>Empfehlung für die Teilnahme: Grundkenntnisse Aufbau eines Rechnersystems, Grundkenntnisse Elektrotechnik</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterigen Studiengang</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. K.-U. Gollmer</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

3.9 Energieinformatik M

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 Programmieretechniken 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-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17%) für 4-semesterigen Studiengang
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich im Wintersemester
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Henrik te Heesen
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Zahoransky, R., & Fichter, C. (Eds.). (2024). <i>Energietechnik: Systeme zur konventionellen und erneuerbaren Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf</i> (10th ed.). Springer Vieweg. DOI: 10.1007/978-3-658-44510-2 • Quaschnig, V. (2023). <i>Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Klimaschutz</i> (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 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

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bussysteme (KNX, LON, Profibus, Powerline) ▪ Übertragung per Funk (EnOcean) ▪ Zentrale/Dezentrale Strukturen • Automatisierung mit KNX <ul style="list-style-type: none"> ▪ Topologie, Systemkomponenten, Projektierung von KNX-Systemen ▪ Grundfunktionen (Ausschalten, Wechselschaltung, Tasterschaltung, Dimmen, Jalousiesteuerung, Zeitsteuerung) ▪ Heizungsregelung, Raumtemperaturregelung • Smart Home mit SPS/KNX <ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektierung eines Energiemanagement-System ▪ Visualisierung von Energieverteilssystemen und deren Energieflüssen ▪ Inbetriebnahme der MSR-Technik • Integration unterschiedlicher Bussysteme
<p>Lehrformen: Vorlesung und theoretische Übungen</p>
<p>Empfehlung für die Teilnahme: Kenntnisse in der Energietechnik sowie Mess- und Regelungstechnik</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Kennel</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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; HUHN; 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

3.11 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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-semesterige Studiengänge;
5/120 [4,17 %] für 4-semesterige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Christoph Kaup
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Praxishandbuch Thermodynamik, PP Publico Publications • VDI-Wärmeatlas, aktuelle Auflage • Wärmerückgewinnung in raumluftechnischen Anlagen • Diverse Sonderdruck zu meinen Publikationen

3.12 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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
- Gebäudeenergie-technik
- 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-semesterige Studiengänge;

5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (i.d.R. im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Henrik te Heesen
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Volker Quaschnig. Regenerative Energiesysteme. Hanser Verlag • Richard Zahoransky (Hrsg.). Energietechnik. Springer Verlag. • Aktuelle Studien und Publikationen. Die Angabe erfolgt laufend während der Veranstaltung.

3.13 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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. <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> - Elektrische und magnetische Felder - Elektro-mechanische Energieumwandlung - Gleichstrommaschinen - Wechselstrom und Drehstromsystem - Aktive und passive Betriebsmittel - Transformatoren und elektrische Energieübertragung - Drehfeld 			

<ul style="list-style-type: none"> - Asynchronmaschine und Synchronmaschine • Leistungselektronik <ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe und Grundgesetze - Elektronische Ventile - Grundsaltungen der Leistungselektronik - Wechselstrom-/Gleichstrom-Umrichterschaltungen - Tiefsetz-/Hochsetzsteller - Schaltungs-Steuerung und Regelung • Antriebsregelung <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Antriebstechnik - Grundlagen der Regelungstechnik - Elektronische Leistungssteller - Regelung von Gleichstrommaschinen - Regelung von Drehstrommaschinen - Anwendungen elektrischer Regelantriebe • Rechenübungen und Anwendungsbezug <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung der theoretischen Inhalte durch Rechenbeispiele - Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele - Energiebilanzierungen • Übungen <ul style="list-style-type: none"> - Falls möglich ausgewählte exemplarische Praktikumsversuche und Simulationen zur Verdeutlichung der theoretischen Kenntnisse - Teamorientiertes Lösen praxisrelevanter Aufgabenstellungen, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse
<p>Lehrformen: Vorlesung mit Übungen und Hausaufgaben</p>
<p>Empfehlung für die Teilnahme: Besuch der angewandten Elektrotechnik</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterigen Studiengang</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Kennel</p>

Literatur:

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

3.14 Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)

Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)		5 ECTS
Modulkürzel: IP II (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: DPE, BPP, BAE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)		
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.		
Empfehlungen für die Teilnahme: Keine		
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit der mündlichen Projektpräsentation vergeben.		
Umfang und Dauer der Prüfung:		

<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jedes Semester</p>
<p>Modulverantwortliche/r: alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> ○ www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/ ○ www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/

3.15 Abschlussarbeit und Kolloquium

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

<p>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.</p>
<p><u>Inhalte:</u> 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.</p>
<p><u>Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium</u> Die dual Studierenden absolvieren dieses Modul i.d.R. beim jeweiligen Kooperationspartner.</p>
<p><u>Empfehlungen für die Teilnahme:</u> keine</p>
<p><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u> Bewertung der Master-Thesis (80 %) und des Kolloquiums (20 %)</p>
<p><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u> 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.</p>
<p><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u> 30/90 (33,33 %) für 3-semesterige Studiengänge; 30/120 (25 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><u>Häufigkeit des Angebotes:</u> Jedes Semester</p>
<p><u>Modulverantwortliche/r:</u> Professor/in und evtl. externe/r Betreuer/in nach Wahl</p>
<p><u>Literatur:</u> In Abhängigkeit von der Themenstellung</p>

4 Wahlpflichtmodul aus Katalog Wirtschaft und Recht

Das Wahlpflichtmodul bietet Vertiefungsmöglichkeiten in den Bereichen „Wirtschaft und Recht“. Die Studierenden wählen hierzu aus einem speziellen Katalog von Veranstaltungen eigenverantwortlich ein Modul aus.

4.1 Umweltrecht

Umweltrecht			5 ECTS
Modulkürzel: URECHT	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 2 Semester
Lehrveranstaltung: Vorlesung Gruppenarbeit	Präsenzzeit: 4 SWS / 60 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: UP Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/ Kompetenzen: Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Grundregeln der Rechtsgebiete (Öffentliches Recht / Umweltrecht). Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, die rechtliche und praktische Relevanz behördlichen Handelns auf dem Gebiet des Umweltrechts sowie für die Lösung von Fällen zu erkennen. Weiterhin verfügen die Studierende grundlegende Kenntnisse des Umweltrechts, insbesondere des Anlagenzulassungsrechts des Bundes-Immissionsschutzgesetzes mit seinen Bezügen zum Naturschutzrecht, und haben praxisnahe Kenntnisse über den Ablauf des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens.			
Inhalte: Den Studierenden sollen im ersten Teil der Vorlesung am Beispiel des Bundesimmissionsschutzgesetzes die Voraussetzungen für die Zulassung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien und der Ablauf des Genehmigungsverfahrens – mit den Bezügen zur Umweltverträglichkeitsprüfung – vermittelt werden. Der zweite Teil der Vorlesung widmet sich dem Kreislaufwirtschaftsgesetz als wichtigem Bestandteil eines „Stoffstromrechts“. Schwerpunkt sind – neben dem Abfallbegriff – die Überlassungspflichten, die Voraussetzungen an die (stoffliche bzw. energetische) Verwertung und die abfallrechtliche Pflichtenhierarchie. Weiterhin werden den Studierenden die Grundlagen des Öffentlichen Rechts mit Schwerpunkten im Allgemeinen Verwaltungsrecht vermittelt werden.			
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:

5/165 (3,03 %) für 6-semesterige Studiengänge;
 5/150 (3,3 %) für dualen Studiengang D-PT;
 5/180 (2,78 %) für 7-semesterige Studiengänge mit Praxissemester;
 5/195 (2,56 %) für 7-semesterige Studiengänge ohne Praxissemester.

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr. C. Glinski

Literatur:

- 1) Sodan / Ziekow (2020): Grundkurs Öffentliches Recht, 9. Aufl.
- 2) Schlacke (2023): Umweltrecht, 9. Aufl.
- 3) Klutz / Smeddinck (2021): Umweltrecht, 2. Aufl.

4.2 Umweltökonomie

Umweltökonomie			5 ECTS
Modulkürzel: UMWOEK	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernformen: Seminar	Präsenzzeit: 4 SWS/45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 25 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen wie die praktischen Umsetzungen des umweltökonomischen Instrumentariums. Dabei werden volkswirtschaftliche wie betriebswirtschaftliche Zusammenhänge und Mechanismen gleichermaßen untersucht. Ein weiteres nicht minder wichtiges Ziel ist das Gewinnen formaler Sicherheit beim Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten. Durch das eigenständige Gestalten einer Veranstaltung können die Studierenden ihre Arbeitsergebnisse vor einer Gruppe vertreten und methodisch-didaktische Hilfsmittel sinnvoll einsetzen. Die Studierenden sind zu wissenschaftlicher Arbeit befähigt (§ 16 HochSchG).			
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung und Einführung, Veranstaltungshinweise 			

<ul style="list-style-type: none">• Klärung formaler und inhaltlicher Fragen• Vortrag und Diskussion der Hausarbeitsthemen
<p>Lehrformen:</p> <p>Die Veranstaltung findet als Seminar statt. Tragende Elemente sind die Hausarbeiten und Vorträge der Studierenden. Das Veranstaltungsthema „Umweltökonomie“ ist sehr gut geeignet, um von den Studierenden durch Hausarbeit, Vortrag und Diskussion erarbeitet zu werden (Selbststudium nach § 21 Satz 2 HochSchG). Neben der inhaltlichen Durchdringung des Stoffs durch die verschiedenen Hausarbeitsthemen soll das Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten geübt werden. Beide Ziele werden auch durch die Überarbeitung und Kommentierung der Hausarbeiten und durch die gemeinsame, konstruktive Kritik an den Vorträgen verfolgt. Dabei werden inhaltliche und formale Qualität der Hausarbeiten, Vorträge, Diskussionen und Zusammenfassungen als gleichrangig angesehen.</p>
<p>Empfehlung für die Teilnahme:</p> <p>Besuch des Moduls Grundlagen ökonomischen Handelns und betriebswirtschaftliche Methoden (GRUOEKBET)</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Prüfungsleistung wird bewertet anhand</p> <ul style="list-style-type: none">• einer schriftlichen, ca. 40 Seiten umfassenden, mittels ChatGPT generierten und kritisch kommentierten Hausarbeit (Notengewicht 50 %). Grundlage der Bewertung ist dabei nicht der durch ChatGPT generierte Text, sondern ausschließlich ihre kritische Kommentierung dieses Textes; anzusprechen sind die in der Übersicht angegebenen Themen (diese werden ggf. in der Eröffnungsveranstaltung noch aufgeteilt).• eines mediengestützten, ca. 30-minütigen Vortrags mit anschließender, vom Vortragenden zu moderierenden Diskussion zu den inhaltlichen Erkenntnissen im Hinblick auf die behandelten Themen und den Erkenntnissen zur Leistungsfähigkeit der KI (Notengewicht 50 %); der Vortrag muss ab Abgabe der Hausarbeit in jeder der folgenden Veranstaltungen gehalten werden können.
<p>Umfang und Dauer der Prüfung:</p> <p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote:</p> <p>5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes:</p> <p>Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r:</p> <p>Prof. Dr. K. Fischer</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none">• Alfred Endres, Dirk Rübhelke: „Umweltökonomie“, Stuttgart 2021

- Justus Engelfried: „Nachhaltiges Umweltmanagement Schritt für Schritt“, München 2017
- Gabi Förtsch, Heinz Meinholz: „Handbuch Betriebliches Umweltmanagement“, Wiesbaden 2018
- Hans-Dieter Haas, Dieter Matthew Schlesinger: „Umweltökonomie und Ressourcenmanagement“, Darmstadt 2016

Die Literaturliste wird jedes Semester aktualisiert.

4.3 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 Klausur sowie einer Projektpräsentation vergeben.
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Florian Mohr</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.

4.4 Stoffstrommanagement

Stoffstrommanagement			6 ECTS
Modulkürzel: SSM	Workload (Arbeitsaufwand): 180 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehr-/Lernformen: a) Vorlesung b) 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 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-			

<p>Emissions-Strategien, Öko-Industrielle Kooperationen und eine innovative Recyclingwirtschaft.</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>Inhalte:</p> <p>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.</p>
<p>Empfehlung für die Teilnahme:</p> <p>keine</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Präsentation (50 % Anteil Endnote) und einer Klausur (50 % Anteil Endnote) vergeben.</p>
<p>Umfang und Dauer der Prüfung:</p> <p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote:</p> <p>5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes:</p> <p>Jährlich (im Wintersemester)</p>

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Heck
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • 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 Unternehmensverbände. 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

4.5 Ökonomie nachhaltiger Institutionen

Ökonomie nachhaltiger Institutionen			6 ECTS
Modulkürzel: ÖKONI	Workload (Arbeitsaufwand): 180 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltung: Vorlesung, Fallstudien	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: Neben Grundzügen der Institutionenökonomik sollen die Studierenden diverse Perspektiven bezüglich der Gestaltung nachhaltiger Institutionen kennenlernen und schon bekannte Sichtweisen (z.B. Ökonomie externer Effekte) vertiefen. Ziel ist eine kritische Reflektion der Nachhaltigkeitseigenschaften von Institutionen. Anhand von Fallstudien sollen Zielkonflikte und unterschiedliche Interessenlagen bei der Gestaltung von Institutionen erörtert und nach Lösungsansätzen gesucht werden. 3			
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). Zielkonflikte und ihre Auflösung, illustriert u.a. an den Beispielen <ul style="list-style-type: none"> • Energiewende: Konfliktpotenzial Windkraft • Klimaschutz: CDM-Watch, REDD und Green Grabs 			

<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrspolitik: Die Rolle der Bahn <p>Erweiterung der Perspektive, z.B. anhand der Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lärmschutz: Fluglärm und Zeitnischen • Schutz der Fischbestände: Fischereikontingente <p>Die Fallbeispiele können modifiziert oder ergänzt werden.</p>
<p>Lehrformen: Vorlesung, Fallstudien</p>
<p>Empfehlung für die Teilnahme: keine</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden gemäß Prüfungsordnung i.d.R. aufgrund einer 90-minütigen Klausur und der mündlichen Beteiligung der Studierenden vergeben. Genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Löhr</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Löhr, Dirk (2009): Die Plünderung der Erde, Verlag für Sozialökonomie • Löhr, Dirk (2013): Prinzip Rentenökonomie: Wenn Eigentum zu Diebstahl wird, Metropolis <p>Weitere Literatur wird im Vorfeld der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>

4.6 Nachhaltige Unternehmensführung

Nachhaltige Unternehmensführung			6 ECTS
Modulkürzel: NUF	Workload (Arbeitsaufwand): 180 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltung: 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:			
Wissenserwerb zu Grundlagen moderner Unternehmensführung und zu verbreiteten Managementinstrumenten. Kennenlernen von Analysewerkzeugen, vertraut machen mit aktuellen Herausforderungen in globalisierten konvergierenden Märkten, erste gesamtheitliche Reflexion umwelt- und nachhaltigkeitsbezogener Führung von Unternehmen.			
Inhalte:			
Auftakt über mitarbeiterorientierte Aspekte wie Motivation, Anreiz und Beitrag, Korrelation zwischen Führungsstil, Aufgabenteilung & Produktivität, dann Theorien, Gestaltung, Ziele und Umsetzung der Unternehmensführung angesichts der Ressourcen-Perspektiven im 21. Jahrhundert, Sicht des Managements, mündend schwerpunktmäßig in Normative Unternehmensführung und HSG-Ansatz, Übergang zu strategischen Werkzeugen wie u.a. Scorecards, Budgetierungsverfahren, Technologie-, Innovations- und Riskmanagement, Sicherung der Zukunftsfähigkeit von Unternehmen durch Anreize für langfristig orientiertes Entscheiden im Management, permanent begleitet von Beispielen zu erfolgreicher Good Management Practice einerseits und Managementfehlern sowie Manager-Fehlverhalten andererseits durch kommentierte und diskutierte Kurzvorträge. Alle Themen stets korrespondierend mit Aspekten der Nachhaltigkeit.			
Lehrformen:			
Seminar			
Empfehlung für die Teilnahme:			
Bachelor in einem themennahen Studiengang BWL, VWL, WI, Inf., Ing.			
Vergabe von Leistungspunkten:			
Note und Leistungspunkte werden gemäß Prüfungsordnung i.d.R. aufgrund eines Kurzvortrages, einer zugehörigen schriftlichen Seminar-Ausarbeitung und der Mitarbeit vergeben. Genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			
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:

- Dillerup/Stoi (2011): Unternehmensführung, 3. Auflage, Vahlen
- Steinmann/Schreyögg (2005): Management – Grundlagen der Unternehmensführung, 6. Auflage, Gabler
- Macharzina/Wolf (aktuelle Auflage): Unternehmensführung, Gabler

5 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 dem Studiengangverantwortlichen die Möglichkeit, Module aus anderen Masterstudiengängen am Umwelt-Campus Birkenfeld zu belegen. Die Liste der angebotenen Wahlpflichtmodule kann durch Fachbereichsbeschluss abgeändert werden.

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 Fach abhängig. Nachfolgend sind einige Module als Beispiel aufgeführt.

5.1 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. <ul style="list-style-type: none"> 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: <ul style="list-style-type: none"> Teil 1: Optimierungsverfahren 			

<ul style="list-style-type: none"> ○ Konvexe Funktionen und Mengen ○ Konvexe Optimierungsprobleme ○ Lagrange und Dualität ○ Numerische Verfahren ○ Verteilte Optimierung ○ Programmiertechniken zum Lösen von Optimierungsproblemen ● Teil 2: Algorithmen für Supervised Learning <ul style="list-style-type: none"> ○ Lineare Modelle (Klassifikation, Regression, etc.) ○ Umgang mit nichtlinear-trennbaren Daten ○ Support Vector Machines ● Teil 3: Algorithmen für Unsupervised Learning & Schätzverfahren <ul style="list-style-type: none"> ○ Umgang mit unsicherem Wissen ○ Maximum Likelihood-Schätzer, MMSE-Schätzer ○ Unsupervised Learning: Kmeans, DBSCAN
<p>Lehrformen: Vorlesung mit integrierter Übung</p>
<p>Empfehlungen für die Teilnahme: Sichere Beherrschung mathematischer und statistischer Grundlagen</p>
<p>Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p>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.</p>
<p>Stellenwert der Note für die Endnote: 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p>Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Guido Dartmann</p>
<p>Literatur: Convex Optimization - Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe, Cambridge University Press, online verfügbar: http://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Learning from Data – Yaser S. Abu-Mostafa, Malik Magdon-Ismail, and Hsuan-Tien Lin, AMLbook.com, http://amlbook.com

5.2 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge			
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)			

Verantwortliche Dozenten: Prof. Dr. S. Naumann
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • 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

5.3 Brennstoffzellen- und Batterietechnik (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-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gregor Hoogers
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Handbook of Batteries (McGraw-Hill) Elektrochemie, Vielstich • Larminie, Vielstich/Gasteiger, Hoogers

5.4 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“: <ul style="list-style-type: none"> • 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-semestrige Studiengänge;
5/120 (4,17%) für 4-semestrige Studiengänge

Häufigkeit des Angebotes:

Jährlich (im Wintersemester)

Modulverantwortliche/r:

Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis

Lehrende/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

5.5 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 Datenbank-Systeme 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. <ul style="list-style-type: none"> • 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-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge
Häufigkeit des Angebotes: Jährlich (im Sommersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gisela Sparmann
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • 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

5.6 Umweltchemie und Umweltgeotechnik (WP)

Umweltchemie und Umweltgeotechnik (WP)			5 ECTS
Modulkürzel: UMCHEGEO	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltung: Seminar	Präsenzzeit: 4 SWS/ 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden können grundlegende umweltrelevante chemische Vorgänge und ihren anthropogenen Hintergrund angeben. Sie sind in der Lage bei umweltchemischen Fragestellungen Lösungen abzuleiten und können stoffliche Belastungen in der Umwelt bestimmen. Studierende können die Vernetzung der Umweltchemie mit energie- und umwelttechnischen Anwendungen erläutern. Umweltgeotechnik: Die Studierenden können die gängigen Techniken zur Sanierung von Boden- und Grundwasserkontaminationen erklären. Die Studierenden sind in der Lage die Grundlagen über den geologischen Aufbau des Untergrundes, Schadstofftransport in porösen Medien, Art und chemisches Verhalten von Schadstoffen, Grundwasserchemie und -hydraulik sowie über verschiedene Verfahrenstechniken zur Behandlung von kontaminiertem Grundwasser und Boden zu beschreiben. Außerdem können die			

Studierenden Maßnahmen für die Vorbereitung und Durchführung von Sanierungen ableiten.

Sowohl der Abbau alter Versorgungsstrukturen, als auch der Aufbau regenerativer Energiesysteme muss umweltgerecht erfolgen, wie z.B. die Endlagerung radioaktiver Stoffe, der Umgang mit Rohstoffen für die Batterietechnik und das Recycling von elektrischen Betriebsmitteln.

Inhalte:

Teil Umweltchemie:

Das Modul vermittelt theoretische und praktische Kenntnisse der Umweltchemie. Behandelt werden sowohl Elemente und ihre Speziation in der Umwelt als auch Kohlenwasserstoffe als Kontaminanten und Xenobiotika (Umweltbelastungen bei Produktion, Anwendung, Entsorgung); regionale und überregionale Aspekte ihres Verhaltens in den Matrices Wasser, Boden und Luft.

Teil Umweltgeotechnik:

- Allgemeine Einführung: Stellung der Böden im Ökosystem Erde
- Boden: Definition, Eigenschaften und Charakteristika von Böden, Physikalisch- chemische Wechselwirkungen in Böden, Bodenbildung und Bodenzusammensetzung, Bodenstruktur
Grundwasser: Definition, Hydrogeologie, Grundwasserhydraulik, Durchlässigkeit, Pumpversuche
- Verhalten wichtiger Schadstoffgruppen in Boden und Grundwasser, z.B. CKW, PAK, BTEX, Schwermetalle, Pestizide
- Massenfluss und Massentransport in Böden und Grundwasser, Transportmodelle
- Überblick über physikalische, chemische und biologische Verfahren zur Boden- und Grundwassersanierung, Altlasten
- Sanierungsplanung und Sanierungsmanagement

Lehrformen:

In der Veranstaltung mischen sich Vorlesung, Seminar und Übung. Fragen der Studierenden werden in Form eines Lehrgesprächs beantwortet. Die Studierenden sollen mit eigenen Ausarbeitungen einbezogen und beteiligt werden. Theorie und Praxis sollen sich abwechseln.

Empfehlung für die Teilnahme:

Grundlagen der Chemie, Physik und Biologie

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur und einer schriftlichen Ausarbeitung mit Vortrag 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: unregelmäßig (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Eckard Helmers
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Hirner, Rehage, Sulkowski: „Umweltgeochemie“. Verlag Steinkopff, Darmstadt (2000), 836 Seiten • Bliefert: „Umweltchemie“. Verlag Wiley-VCH (2002) • Reddi, L. N.; Inyang, H. I. (2008): Geoenvironmental engineering. Marcel Dekker, New York, Basel.

5.7 Umwelttechnik (WP)

Umwelttechnik (WP)			5 ECTS
Modulkürzel: UMTEC	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden		Dauer: 1 Semester
Lehrveranstaltung: Seminar	Präsenzzeit: 4 SWS/ 45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 50 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog [Homepage unter „Infos aktuelles Semester“]			
Lernergebnisse/Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage komplexe Stoffkreisläufe insbesondere im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit zu beschreiben und zu bewerten. Sie können geeignete Verfahren beispielsweise zur Reduktion von Abfall, Immissionen oder Emissionen konzipieren und entwickeln und diese kritisch beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage mehrere geeignete Verfahren hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Eignung gegenüberzustellen und verschiedene Teilprozesse zu einem neuen integrativen Gesamtprozess zu verbinden.			
Inhalte: Wesentliches Ziel des Moduls ist die Erarbeitung und Konzipierung eines Gesamtprozesses zur stofflichen und umweltgerechten Verarbeitung von Roh- oder Reststoffen sowie die Behandlung von Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft). <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung von Grundoperationen der Verfahrenstechnik • Aufschluss • Trennung • Konditionierung (mechanisch, biologisch, thermisch, chemisch) • Prozessintegration • Transportphänomene • Schnittstellen zwischen Grundoperationen • Stoffwandlung 			

<ul style="list-style-type: none"> • Verfahren zur Aufbereitung von Umweltmedien • Verfahren zur Behandlung von Reststoffen • Energiebereitstellung aus nachwachsenden Rohstoffen • Erneuerbare Energien
Lehrformen: Seminar
Empfehlung für die Teilnahme: Ingenieur- und naturwissenschaftliche Grundlagenkenntnisse
Vergabe von Leistungspunkten: Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Seminararbeit mit Präsentation 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: unregelmäßig (im Wintersemester)
Modulverantwortliche/r: N.N.
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Abwasser- und Recyclingtechnik, Hartinger, Hanser Verlag • Abfallbehandlung, Thome-Kozmienski, Springer-Verlag • Denitrifikation von Trinkwasser, Rhönnefahrt, Springer-Verlag

5.8 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: Vorlesungen, Praktika, Exkursionen	Präsenzzeit: 4 SWS/45 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 20 Studierende
Verwendbarkeit des Moduls: Als Pflichtmodul: -			

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

Lernergebnisse/Kompetenzen:

Die Studenten 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.

Empfehlungen für die Teilnahme:

keine

Vergabe von Leistungspunkten:

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer schriftlichen 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. 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/WGIIAR5-PartA_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.