



Umwelt-Campus  
Birkenfeld

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

Fachbereich Umweltplanung/Umwelttechnik

## **Modulhandbuch**

# **Umweltorientierte Energietechnik**

## **Master of Science**

Fachprüfungsordnung 2021

Stand September 2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Leitbild Lehre</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Curriculum</b> .....	<b>5</b>
2.1 Studienbeginn im Wintersemester.....	5
2.2 Studienbeginn im Sommersemester.....	6
<b>3 Pflichtmodule</b> .....	<b>7</b>
3.1 Fourier- und Laplace-Transformationen.....	7
3.2 Prozessleit- und Regelungstechnik.....	8
3.3 Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master).....	9
3.4 Höhere Analysis.....	11
3.5 Anlagenprojektierung.....	12
3.6 Elektrische Energietechnik.....	13
3.7 Physik M.....	15
3.8 Embedded Systems.....	16
3.9 Kraftwerks- und Feuerungstechnik.....	18
3.10 Energie-Systemtechnik und rationelle Energieverwendung.....	19
3.11 Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik.....	23
3.12 Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien.....	25
3.13 Elektrische Energietechnik II.....	26
3.14 Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master).....	28
3.15 Abschlussarbeit und Kolloquium.....	29
<b>4 Wahlpflichtmodul aus Katalog Umwelttechnik</b> .....	<b>32</b>
4.1 Umweltchemie und Umweltgeotechnik (WP).....	32
4.2 Umwelttechnik (WP).....	34
4.3 Wasser - nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP).....	35
<b>5 Wahlpflichtmodul aus Katalog Wirtschaft und Recht</b> .....	<b>37</b>
5.1 Umweltrecht.....	37
5.2 Umweltökonomie.....	38
5.3 Supply Chain Management.....	40
5.4 Recycling – und Entsorgungslogistik.....	41
5.5 Stoffstrommanagement.....	43

5.6	Ökonomie nachhaltiger Institutionen.....	45
5.7	Nachhaltige Unternehmensführung .....	46
<b>6</b>	<b>Wahlpflichtmodul allgemein.....</b>	<b>48</b>
6.1	Brennstoffzellen- und Batterietechnik (WP).....	48
6.2	Chemische Verfahrenstechnik II.....	49
6.3	Energieinformatik M (WP) .....	51
6.4	Informationssysteme .....	53
6.5	Planungsseminar .....	54
6.6	Wasser – nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP) .....	56

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 Kommunikation	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.

## 2 Curriculum

### 2.1 Studienbeginn im Wintersemester

Umweltorientierte Energietechnik		SWS	ECTS	Gewichtung
1. Semester	Fourier- und Laplace-Transformationen	4	5	5
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5
	Wahlpflichtmodul aus Katalog Umwelttechnik	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)	2	5	5
	Wahlpflichtmodul allgemein	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
	Elektrische Energietechnik I	4	5	5
	Physik M	4	5	5
	Embedded Systems	4	5	5
	Kraftwerks- und Feuerungstechnik	4	5	5
Summe	24	30	30	
3. Semester	Energie-Systemtechnik und rationelle Energieverwendung	4	5	5
	Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik	4	5	5
	Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien	4	5	5
	Elektrische Energietechnik II	2	5	5
	Wahlpflichtmodul allgemein	4	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	
<b>Insgesamt</b>		<b>66</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

## 2.2 Studienbeginn im Sommersemester

Umweltorientierte Energietechnik		SWS	ECTS	Gewichtung
1. Semester	Höhere Analysis	4	5	5
	Anlagenprojektierung	4	5	5
	Elektrische Energietechnik I	4	5	5
	Physik M	4	5	5
	Embedded Systems	4	5	5
	Kraftwerks- und Feuerungstechnik	4	5	5
	Summe	24	30	30
2. Semester	Fourier- und Laplace-Transformationen	4	5	5
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5
	Energie-Systemtechnik und rationelle Energieverwendung	4	5	5
	Wärmerückgewinnung und energieeffiziente Raumluftechnik	4	5	5
	Energienutzung und Energietechnik der erneuerbaren Energien	4	5	5
	Elektrische Energietechnik II	2	5	5
	Summe	22	30	30
3. Semester	Wahlpflichtmodul allgemein	4	5	5
	Wahlpflichtmodul allgemein	4	5	5
	Wahlpflichtmodul aus Katalog Umwelttechnik	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		24	24
	Kolloquium		6	6
	Summe	0	30	30
<b>Insgesamt</b>		<b>66</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

## 3 Pflichtmodule

### 3.1 Fourier- und Laplace-Transformationen

Fourier- und Laplace-Transformationen			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> FOLATRA	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehr-/Lernformen:</b> a) Vorlesung b) Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 3 SWS/ 33,75 h 1 SWS/ 11,25 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: DPE, MEE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Modellbildung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fouriertransformation <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Begriff der Fourierreihe und ihre Anwendungen</li> <li>▪ Fourierintegral und Fouriertransformation</li> <li>▪ Anwendungen der Fouriertransformation</li> </ul> </li> <li>○ Laplace-Transformation <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definition und Eigenschaften der Laplace-Transformation</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>			
<b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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.			
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 [5,56 %] für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 [4,17 %] für 4-semesterige Studiengänge			

<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> Prof. Dr. Rita Spatz, Dr. Stephan Didas, Dipl.-Math. Natalie Didas
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden (versch. Auflagen)</li> <li>• K. Meyberg, P. Vachenauer, Höhere Mathematik 2, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 4. Aufl. 2001</li> <li>• R. Ansorge, H. J. Oberle, Mathematik für Ingenieure, Band 1 und 2, WILEY-VCH Verlag Berlin, 3. Aufl, 2. Aufl. 2000</li> </ul>

### 3.2 Prozessleit- und Regelungstechnik

Prozessleit- und Regelungstechnik			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> PROLEIT	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung mit Übungen	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 Stunden	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: RTA, D-RTA, MEE, BPV, BPP, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben die Fähigkeit diskrete Systeme zu analysieren und können eine Regelung für diskrete Systeme auslegen.</li> <li>• können lineare und nichtlineare Systemmodelle verstehen und entwerfen. können Regelungen für lineare und nichtlineare Systeme auslegen.</li> </ul>			
<b>Inhalte:</b> Das Modul vermittelt die folgenden Lerninhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskrete lineare Systeme <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung: Diskrete Systeme</li> <li>- Abtastsysteme und diskrete Äquivalenz</li> <li>- Klassischer digitaler Reglerentwurf</li> <li>- Self-Tuning-Regelung</li> </ul> </li> <li>• Analyse nichtlinearer Systeme <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systeme mit nichtlinearen Kennlinien</li> <li>- Nichtlineare Dynamik</li> </ul> </li> <li>• Regelung nichtlinearer Systeme <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feedback-Linearisierung</li> </ul> </li> </ul>			



<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flachheitsbasierte Regelung</li> <li>- Sliding Mode Regelung</li> <li>- Integrator-Backstepping</li> <li>- Adaptive Regelung</li> <li>• Rechenübungen und Anwendungsbezug <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertiefung der theoretischen Inhalte durch Rechenbeispiele</li> <li>- Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele</li> </ul> </li> </ul> <p>Übung und Simulation mechatronischer Systeme mit Matlab/Simulink</p>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b>  Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Regelungstechnik, Sensorik, Mathematik und Elektrotechnik, wie z.B. Modellbildung über Differentialgleichungen.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b>  Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>  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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b>  5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge;  5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b>  Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b>  Prof. Dr.-Ing. Fabian Kennel</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FRANKLIN; POWELL; WORKMAN: Digital Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley</li> <li>• KHALIL: Nonlinear Systems, Pearson</li> <li>• KHALIL: Nonlinear Control, Pearson</li> <li>• SLOTINE; LI: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall</li> </ul>

### 3.3 Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)

Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> IP I (Master)	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Projektarbeit	<b>Präsenzzeit/Selbststudium:</b> 150 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 1 Studierende / Studierender
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MAI, MMI, DPE, MEE, BPP, RTA, D-RTA, BAE, BPV, UET		

<p>Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p> <p><b>Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium</b></p> <p>Die Studierenden kontaktieren zu Semesterbeginn die Studiengangleitung zur Festlegung der anwendungsorientierten Themenstellung an beiden Lernorten.</p>
<p><b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b></p> <p>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><b>Inhalte:</b></p> <p>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.</p> <p>Die dual Studierenden absolvieren dieses Modul i.d.R. beim jeweiligen Kooperationspartner.</p>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b></p> <p>Keine</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b></p> <p>Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit einer mündlichen Projektpräsentation vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b></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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b></p> <p>5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b></p> <p>Jedes Semester</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b></p> <p>alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld</p>
<p><b>Literatur:</b></p>

- 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/](http://www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/)
  - [www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/](http://www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/)

### 3.4 Höhere Analysis

Höhere Analysis			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> HA	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung mit integr. Übungsvertiefung und Tutorien im Umfang von 15 h	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MAI, DPE, MEE, BPV, BAE, BPP, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> Mathematische Modellbildung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektoranalysis</li> <li>• Differentialgleichungen               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von Differentialgleichungen</li> <li>- Lineare und nichtlineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung</li> <li>- Systeme von Differentialgleichungen</li> <li>- Stabilitätsuntersuchungen</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>			

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.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> Prof. Dr. Rita Spatz, Prof. Dr. Stephan Didas, Dipl.-Math. Natalie Didas
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden (versch. Auflagen)</li> <li>• K. Meyberg, P. Vachenauer, Höhere Mathematik 2, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 4. Aufl. 2001</li> <li>• R. Ansorge, H. J. Oberle, Mathematik für Ingenieure, Band 2, WILEY-VCH Verlag Berlin, 2. Aufl. 2000</li> </ul>

### 3.5 Anlagenprojektierung

<b>Anlagenprojektierung</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ANLPRO	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung mit Gruppenarbeit	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: BPP, MEE, RTA, D-RTA, UET, BPV Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> 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><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektierung einfacher verfahrenstechnischer Anlagen</li> <li>• Planungs- und Berechnungsgrundlagen</li> <li>• Darstellung in Grund- und Verfahrensfließbild</li> <li>• Detaillierte Darstellung im RI-Fließbild</li> <li>• Sicherheitstechnische Kenngrößen</li> <li>• Anlagensicherheit</li> <li>• Auslegung und Planung verfahrenstechnischer Baugruppen.</li> </ul>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b></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><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b></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><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b></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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b></p> <p>5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b></p> <p>Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Ulrich Bröckel</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Wegener (2003): Montagegerechte Anlagenplanung, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• F. P. Helmus (2003): Anlagenplanung, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• Walter Wagner, Vogel Verlag:</li> <li>• Rohrleitungstechnik</li> <li>• Planung im Anlagenbau</li> <li>• Strömung und Druckverlust</li> </ul>

### 3.6 Elektrische Energietechnik

<b>Elektrische Energietechnik I</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ELENER I	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Präsenzzeit:</b>	<b>Selbststudium:</b>	<b>Geplante Gruppengröße:</b>

Vorlesung	4 SWS / 45 h	105 h	50 Studierende
<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>  Als Pflichtmodul: UET  Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>			
<p><b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>  Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben die Fähigkeit computertechnische Prozesse, Verfahren und Abläufe zu verstehen.</li> <li>• sind in der Lage selbstständig Fließbilder zu erstellen, zu analysieren und den zugrundeliegenden Prozess weiterzuentwickeln.</li> <li>• können Automaten verstehen, erstellen und weiterentwickeln.</li> <li>• haben ein Verständnis für das Thema Safety und sind in der Lage sicherheitsgerichtete Systeme zu verstehen, zu bewerten und weiterzuentwickeln.</li> <li>• sind in der Lage SPS-Systeme nach IEC-61131-3 Norm zu programmieren und können komplexe Aufgabenstellungen in der Praxis umsetzen.</li> </ul>			
<p><b>Inhalte:</b>  Das Modul vermittelt vertiefende fundamentale Kenntnisse zur speicherprogrammierbaren Steuerung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Thematik</li> <li>- Boolesche Algebra</li> <li>- Automaten</li> <li>- Fließbilder</li> <li>- Safety</li> <li>- Struktur und Peripherie der SPS-Technik</li> <li>- Konfiguration der SPS-Technik</li> <li>- IEC-61131-3</li> <li>- Handling der SPS-Technik</li> <li>- Sicherheitsgerichtete SPS</li> </ul> </li> <li>• Rechenübung und Anwendungsbezug <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösen von systemnahen Aufgaben rund um die Themen Boolesche Logik, Automaten, Fließbilder, Safety</li> <li>- Betrachtung und Analyse fundamentaler praktischer Anwendungsbeispiele</li> </ul> </li> <li>• Praxis-Übung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösen von Übungsaufgaben anhand von SPS-Übungssystemen</li> <li>- Teamorientiertes Lösen praktischer Aufgabenstellungen, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.</li> </ul> </li> </ul>			
<p><b>Lehrformen:</b>  Vorlesung mit exemplarischen Übungen</p>			
<p><b>Empfehlung für die Teilnahme:</b>  Kenntnisse über Angewandte Elektrotechnik</p>			
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b></p>			

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Fabian Kennel</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LITZ: Grundlagen der Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag München</li> <li>• PICKARDT: Grundlagen und Anwendung der Steuerungstechnik, Vieweg Verlag</li> <li>• WELLENREUTER; ZASTROW: Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis, Vieweg &amp; Teubner</li> <li>• SCHÖNING: Logik für Informatiker, Spektrum - Akademischer Verlag</li> </ul>

### 3.7 Physik M

<b>Physik M</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> PHYSIK M	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar, Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 25h, 20 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MEE, BPV, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben die zentralen Inhalte der Physik verstanden und vertieft. Sie sind in der Lage, aktuelle Fragestellungen der Physik zu definieren und zu interpretieren. Die Studierenden können das Wissen auf bekannte und unbekannte Probleme anwenden und Lösungen entwickeln.			
<b>Inhalte:</b> Mechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Newtonsche Mechanik</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungsgrößen und Invarianzen</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik</li> </ul> <p>Elektrodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungs- und Stromverteilung</li> <li>• Maxwell-Gleichungen</li> </ul> <p>Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang klassische Physik zur Quantenmechanik</li> <li>• Wellenfunktion und Operatoren</li> </ul> <p>Statistische Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanonische Ensemble</li> <li>• Thermodynamische Potenziale</li> </ul>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Grundkenntnisse in Mathematik und Physik</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte für dieses Modul werden zu 50 % aus der Bewertung von Praktikumsberichten, zu 25 % aus der Bewertung der Hausarbeit und zu 25 % einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (i.d.R. im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Dr. rer. nat., Tandem-Professor Tobias Roth</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paul A. Tipler. Physik. Spektrum Verlag</li> <li>• Wolfgang Nolting. Grundkurs Theoretische Physik. Springer Verlag</li> <li>• Torsten Fließbach. Lehrbücher zur Theoretischen Physik</li> <li>• Matthew Sands, Richard Feynman, Robert B. Leighton. The Feynman Lectures of Physics</li> </ul>

### 3.8 Embedded Systems

Embedded Systems		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> EMBSYS	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester



<b><u>Lehrveranstaltung:</u></b> a) Vorlesung b) Übungen	<b><u>Präsenzzeit:</u></b> 4 SWS / 45 h 15 h	<b><u>Selbststudium:</u></b> 90 h	<b><u>Geplante Gruppengröße:</u></b> 50 Studierende
<b><u>Verwendbarkeit des Moduls:</u></b> Als Pflichtmodul: MME, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b><u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u></b> 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.			
<b><u>Inhalte:</u></b> Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse der spezifischen Hard- und Software von Eingebetteten Systemen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung von technischen Prozessen und Rechenprozessen: Echtzeitbegriff, Zeitdefinition, Unterbrechungen, Scheduling.</li> <li>• Interface-Technik: Abtast-Theorem, ADC, DAC, Timer, Pulsweiten-Modulation, serielle Schnittstellen, Interruptverarbeitung</li> <li>• Verteilte Kommunikationssysteme für Prozessrechner und SCADA Systeme: Überblick über Fertigungsnetze, Feldbussysteme, I/O-Bussysteme, das Internet der Dinge</li> <li>• Digitale Signalverarbeitung (FIR, IIR-Filter, digitale Regelalgorithmen)</li> <li>• Systemsoftware für Realzeitsysteme: Realzeitbetriebssysteme und geeignete Programmier-Techniken, Echtzeitprogrammierung in C (gcc-Compiler)</li> </ul>			
<b><u>Lehrformen:</u></b> Vorlesung mit Rechnerübungen			
<b><u>Empfehlung für die Teilnahme:</u></b> Grundkenntnisse Aufbau eines Rechnersystems, Grundkenntnisse Elektrotechnik			
<b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
<b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> 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.			
<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterigen Studiengang			
<b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b>			

Jährlich (im Sommersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr.-Ing. K.-U. Gollmer
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H.Wörn, U. Brinkschulte, Echtzeitsysteme, Springer</li> <li>• M. Odendahl, J. Finn, A. Wenger, Arduino, O'Reilly</li> <li>• M. Meyer, Signalverarbeitung, Vieweg</li> <li>• K. F. Früh / U. Maier, Handbuch der Prozessautomatisierung</li> </ul>

### 3.9 Kraftwerks- und Feuerungstechnik

<b>Kraftwerks- und Feuerungstechnik</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> KRAFEU	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Bei Abschluss des Lernprozesses wird der/die erfolgreich Studierende in der Lage sein, die Komplexität der Feuerungs- und Kraftwerkstechnik grundlegend darzustellen. Sie können die Effizienz unterschiedlicher Prozessführungen durch Berechnungen beschreiben. Durch die Anwendung der thermodynamischen Modellbildung auf die Prozesse der Feuerungs- und Kraftwerkstechnik können sie ihre analytischen Fähigkeiten zur Erfassung komplexer Strukturen demonstrieren. Sie sind befähigt, eine eigenständige Vertiefung vorzunehmen und weiterführende Lösungsansätze zu formulieren.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umwandlung der Brennstoffenergie</li> <li>• Verbrennungsrechnung</li> <li>• Verbrennungskontrolle</li> <li>• Abgasverlust und feuerungstechnische Wirkungsgrade</li> <li>• Bauformen von Feuerungen und Brennern</li> <li>• Wasserdampf und Clausius-Rankine Prozess</li> <li>• Regenerative Speisewasservorwärmung und Zwischenüberhitzung</li> <li>• Thermische Kraftanlagen (Dampfkraftwerke, GuD-Anlagen, Heizkraftwerke, Müllverbrennungsanlagen etc.)</li> <li>• Organische Rankine-Prozesse (ORC)</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung			

<b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Grundlagen der Thermodynamik
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterigen Studiengang
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> N.N.
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Thermodynamik, Cerbe, G., H.-J. Hoffmann, Hanser-Verlag,</li> <li>• Kraftwerkstechnik, Strauß, K., Springer-Verlag,</li> <li>• Thermische Energietechnik, F.Hell, VDI-Verlag,</li> <li>• Betriebstaschenbuch Wärme, H. Netz, Resch-Verlag</li> </ul>

### 3.10 Energie-Systemtechnik und rationelle Energieverwendung

<b>Energie-Systemtechnik und rationelle Energieverwendung</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ENSYRATEN	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/ 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Kompetenz über die aktuellen Entwicklungen und Trends im Energiesektor</li> <li>• das Verständnis über komplexe Energienetze mit den Sektoren Gas, Wärme, Strom und Transport</li> </ul>			

- das Wissen über die Zusammenhänge der Prozesse und Systeme in der elektrischen Energieerzeugung
- die Kompetenz 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 das Energiemanagement des Energienetzes
- das Verständnis über die Ziele und Grundlagen der Gebäudeautomation
- die Kompetenz über die Ziele und Ansätze von Smart Home
- haben die Grundlagen zur KNX-Programmierung in der Gebäudeautomatisierung
- haben die Fähigkeit ein Smart-Home auf Basis von KNX aufzubauen

**Inhalte:**

Das Modul vermittelt vertiefende Kenntnisse zum Energiemanagement von Smart Grid und Smart Home

**Smart Grid:**

- Einführung
  - Energiesektoren-, -arten, -versorgung, -verbräuche, -trends
  - Aufbau des Gas-/Stromnetzes (Ebenen, Verbundnetz, Struktur)
  - Entwicklung (Erneuerbarer Erzeuger, Energiemanagement, Smart Grid)
- Elektrische Energieerzeugung
  - Thermodynamik (Hauptsätze, Energieformen, Entropie/Enthalpie)
  - Carnot-Kreisprozess (Dampf/Gas-Kraftwerk)
  - Stabilität im Versorgungsnetz (Frequenz: Leistungsbalance, Prognose)
  - Einteilung: Grund-/Mittel-/Spitzenlast
  - Thermische Energieerzeugung /Wärmebedarfsermittlung
- Bedarfsreduktion, Effizienzsteigerung, Energierecycling
  - Reduktion (Wärmebedarf, Wasserbedarfs, Strombedarfs)
  - Wärmetauscher, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung
  - Stromrückgewinnung (Rekuperatoren, Energierückspeisung durch Umrichter)
  - BHKW, GuD-Kraftwerke, Wärmepumpe
  - Verluste (Leitung, Batterie, Kondensator, ..., Wandlung, Wärme, ...)
- Elektrische Netze
  - Netzübersicht (Leitungslängen, Frequenz, Ebenen, Formen)
  - Dynamische und statische Beschreibung elektrischer Leitungen
  - Netzstrukturen
  - U-Q-Regelung und f-P-Regelung
- Klassische Regelung von elektrischen Energiesystemen (Frequenzregelung)
  - Grundlast, Mittellast, Spitzenlast
  - Frequenzabhängigkeit großer Kraftwerke, Modellierung

- Primär-/Sekundär-/Tertiärregelung von Kraftwerken (Regler, Zonen)
- Energie- und Lastmanagement f-P-Regelung
  - Verbraucher/Erzeuger Balance: Lastmanagement (Peak-Reduktion, Last-Shift, Energiereduktion)
  - Management-Architekturen und -Methoden (Direkte Lastkontrolle, ...)
  - Smart Grid und Sektorenkopplung (Power-To-X, Methoden, Systeme)
  - Moderne Methoden zur Primär-/ Sekundär-/ Tertiärregelung
- Optimierung
  - Grundlagen der math. Optimierung (Begriffe, Klassen, Vorgehen, ...)
  - Konvexe Optimierung (Definitionen, Algorithmen, ...)
  - Konvergenz, Speicher- und Rechenzeit
  - Nichtkonvexe Optimierung (MIP, semidefinite Programmierung)
- Modellprädiktive Regelung
  - Grundlagen (Prinzip, Struktur, Aufbau)
  - Optimierungsproblem (Kostenfunktion, Nebenbedingungen)
  - Beschränkung, Stabilität, Lösbarkeit, Robustheit
  - Problemformen (Sparse, Dense), Sonderformen
  - Sollwertvorgabe (optimierungsbasiert, flachheitsbasiert)
- Aufbau eines optimierungsbasierten Energiemanagements
  - Umsetzung der Primär-, Sekundär-, Tertiärregelung
  - Prognosedaten (Last, Erneuerbare) & Speicherintegration (Batterie, ...)
  - Gesamtsystemaufbau und Ergebnisse (Zentrales Konzept)
  - Dezentrale/Verteilte Konzepte (Pricing, ...)

### Smart Home:

- Einführung in die Gebäudeautomation
  - Grundlagen (Ebenen, Begriffe)
  - Ziele (Behaglichkeit, Energetische Bewertung, Steuerung/Regelung)
  - Funktionen (Beleuchtung, Verschattung, Sicherheit, Smart Metering)
- Einführung in Smart Home
  - Stromverbrauch, Gasverbrauch, Wärmebedarf
  - Stromtarife, Gastarife (Day-Ahead-Auktion - Inland/Ausland)
  - Autarkiequote
  - Intelligente Verbraucher (Geschirrspüler, Waschmaschine, Trockner, Kühl-/Gefriergeräte, Heizung)
  - Lastoptimierung (Minimierung Stromkosten, Maximierung Gleichförmigkeit, Beschränkungen, MPC-basiert, Heuristiken)
- Systeme der Gebäudeautomation
  - Bussysteme (KNX, LON, Profibus, Powerline)
  - Übertragung per Funk (EnOcean)
  - Zentrale/Dezentrale Strukturen
- Automatisierung mit KNX
  - Topologie, Systemkomponenten, Projektierung von KNX-Systemen

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundfunktionen (Ausschalten, Wechselschaltung, Tasterschaltung, Dimmen, Jalousiesteuerung, Zeitsteuerung)</li> <li>▪ Heizungsregelung, Raumtemperaturregelung</li> <li>• Smart Home mit SPS/KNX <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektierung eines Energiemanagement-System</li> <li>▪ Visualisierung von Energieverteilssystemen und deren Energieflüssen</li> <li>▪ Inbetriebnahme der MSR-Technik</li> </ul> </li> <li>• Integration unterschiedlicher Bussysteme</li> </ul>
<p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und theoretische Übungen</p>
<p><b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Kenntnisse in der Energietechnik sowie Prozessleit- und Regelungstechnik</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,16 %)</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Fabian Kennel</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HEUCK; K., DETTMANN; K.-D.: Elektrische Energieversorgung, Erzeugung, Transport und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden.</li> <li>• CONSTANTINESCU-SIMON; L. (Hrsg): Handbuch Elektrische Energietechnik, Grundlagen-Anwendungen, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden.</li> <li>• HEINLOTH; K.: Energie und Umwelt, Klimaverträgliche Nutzung von Energie, B. G. Teubner Stuttgart.</li> <li>• QUASCHNING; V.: Regenerative Energiesysteme, Technologie – Berechnung – Simulation, Car Hanser Verlag München Wien.</li> <li>• KHARTCHENKO; N. V.: Umweltschonende Energietechnik, Vogel-Fachbuch, Kamprath-Reihe; Vogelbuch Verlag Würzburg.</li> <li>• DITTMANN; FISCHER; HUHN; KLINGER: Repetitorium der Technischen Thermodynamik, Teubner Studienbücher, Maschinenbau, B. G. Teubner Verlag Stuttgart.</li> <li>• BOYD, S.: Convex Optimization, Cambridge University Press</li> </ul>

- 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
<b>Modulkürzel:</b> RAUMLUFT	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> a) Vorlesung b) Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MEE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit Abwärme rationell nutzen zu können, theoretisch wissenschaftliche Analyse und Konzeption komplexer, mehrfach funktionaler Wärmerückgewinnungssysteme</li> <li>• die Fähigkeiten zur Analyse und Konzeption der effizienten Luftförderung</li> <li>• Auslegungs-, Berechnungs- Optimierungskompetenz effizienter Energierückgewinnung und Luftfördersysteme</li> <li>• Problemlösekompetenz systemtechnisch geprägter Fragestellungen</li> <li>• die Fähigkeit zur Modellierung und Analyse von Optimierungs- bzw. Einsparpotenzialen.</li> </ul>			
<b>Inhalte:</b> 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: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten der Wärmerückgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>- rekuperative Rückgewinnungssysteme</li> <li>- regenerative Rückgewinnungssysteme</li> <li>- instationäre Rückgewinnungsprozesse</li> </ul> </li> <li>• Thermodynamik der Wärmerückgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoff- und Wärmeübertragungsprozesse</li> <li>- Effizienz der Abwärmenutzung</li> </ul> </li> </ul>			

- 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:**

- 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
<b>Modulkürzel:</b> ENTECERNENE	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminaristischer Unterricht	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MEE, UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben die zentralen Inhalte der erneuerbaren Energiesysteme verstanden und vertieft. Sie sind in der Lage, aktuelle Fragestellungen der Energietechnik zu definieren und zu interpretieren. Die Studierenden können das Wissen auf bekannte und unbekannte Probleme anwenden und Lösungen entwickeln. Sie verfügen über ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis auf dem neusten Stand der erneuerbaren Energietechnik sowie der Energienutzung.			
<b>Inhalte:</b> In dem Modul werden folgende Inhalte vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der konventionellen und erneuerbaren Energiesysteme</li> <li>• Fossile Energieerzeugung (Kohle, Kernkraft)</li> <li>• Photovoltaik</li> <li>• Windenergie</li> <li>• Biomasse und Bioenergie</li> <li>• Weitere regenerative Energieerzeugungssysteme (Wasserkraft, Geothermie, Solarthermie etc.)</li> <li>• Kraft-Wärme-Kopplung und Blockheizkraftwerke</li> <li>• Gebäudeenergietechnik</li> <li>• Energienutzungspläne und energetische Nutzung auf kommunaler Ebene</li> <li>• Klimawandel</li> <li>• Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen</li> <li>• Rechtliche und regulatorische Grundlagen</li> </ul>			
<b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Grundkenntnisse in Physik (insbesondere Mechanik, Elektrotechnik und Thermodynamik) und Energietechnik			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b>			

Note und Leistungspunkte werden auf Grundlage von Hausarbeiten und einer mündlichen Prüfung vergeben.
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (i.d.R. im Wintersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Henrik te Heesen</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volker Quaschnig. Regenerative Energiesysteme. Hanser Verlag</li> <li>• Richard Zahoransky (Hrsg.). Energietechnik. Springer Verlag.</li> <li>• Aktuelle Studien und Publikationen. Die Angabe erfolgt laufend während der Veranstaltung.</li> </ul>

### 3.13 Elektrische Energietechnik II

<b>Elektrische Energietechnik II</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ELENER II	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: UET Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>			
<p><b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit leistungselektronische Schaltungen und Antriebstechniken grundlegend zu verstehen sowie beurteilen zu können, Verfahren, Geräte sowie Problemlösungen grundlegend zu verstehen</li> <li>• Auslegungs- und Berechnungskompetenz zur Entscheidungsfindung leistungselektrotechnischer und antriebstechnischer Problemlösungen</li> <li>• Auswahl und rechnerische Auslegung elektrischer Antriebe</li> </ul> <p>Die Studierenden können das vermittelte Wissen mit umweltorientierten Bewertungsmaßstäben vernetzen.</p>			

**Inhalte:**

Das Modul vermittelt vertiefende fundamentale Kenntnisse zur Energie-Wandlung mittels Leistungselektronik und elektrischer Antriebe.

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

**Lehrformen:**

Vorlesung mit Übungen und Hausaufgaben

**Empfehlung für die Teilnahme:**

Besuch der angewandten Elektrotechnik

**Vergabe von Leistungspunkten:**

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

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

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

Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterigen Studiengang
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Fabian Kennel
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HERING; MARTIN; GUTEKUNST; KEMPKE: Elektrotechnik und Elektronik für Maschinenbauer, Springer</li> <li>• SPECOVIOUS: Grundkurs Leistungselektronik, Springer</li> <li>• MICHEL: Leistungselektronik</li> <li>• FISCHER: Elektrische Maschinen, Springer</li> <li>• TIETZE; SCHENK; GAMM: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer</li> </ul>

### 3.14 Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)

<b>Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)</b>		<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> IP II (Master)	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Projektarbeit	<b>Präsenzzeit/Selbststudium:</b> 150 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 1 Studierende / Studierender
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: DPE, BPP, BAE, BPV, UET  Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)		
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> 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.		
<b>Inhalte:</b> 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.
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit der mündlichen Projektpräsentation vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jedes Semester
<b>Modulverantwortliche/r:</b> alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliteratur in Abhängigkeit von der Themenstellung (Beratung durch Projektbetreuer)</li> <li>• Sandberg, Berit (2012): „Wissenschaftliches Arbeiten von Abbildung bis Zitat. Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion“.</li> <li>• Weitere Informationen unter: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="http://www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/">www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/</a></li> <li>○ <a href="http://www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/">www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/</a></li> </ul> </li> </ul>

### 3.15 Abschlussarbeit und Kolloquium

<b>Abschlussarbeit und Kolloquium</b>		<b>30 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b>	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 900 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> a) Abschlussarbeit b) Kolloquium	<b>Präsenzzeit/Selbststudium:</b> 900 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 1 Studierende(r)

**Verwendbarkeit des Moduls:**

Als Pflichtmodul: MAI, MMI, DPE, MEE, BPV, RTA, D-RTA, MPM, BAE, BPP, UET

**Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium**

Die Studierenden kontaktieren vorab die Studiengangleitung zur Festlegung der anwendungsorientierten Themenstellung an beiden Lernorten.

**Lernergebnisse/ Kompetenzen:**

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

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

**Inhalte:**

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

**Ergänzende Informationen für die Verwendung im dualen Studium**

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

**Empfehlungen für die Teilnahme:**

keine

**Vergabe von Leistungspunkten:**

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

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote:**

30/90 (33,33 %) für 3-semesterige Studiengänge;

30/120 (25 %) für 4-semesterige Studiengänge

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jedes Semester

**Modulverantwortliche/r:**

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

**Literatur:**

In Abhängigkeit von der Themenstellung

## 4 Wahlpflichtmodul aus Katalog Umwelttechnik

Das Wahlpflichtmodul bietet Vertiefungsmöglichkeiten in dem Bereich „Umwelttechnik“. Die Studierenden wählen hierzu aus einem speziellen Katalog von Veranstaltungen eigenverantwortlich ein Modul aus.

### 4.1 Umweltchemie und Umweltgeotechnik (WP)

Umweltchemie und Umweltgeotechnik (WP)			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> UMCHEGEO	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/ 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> 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:			



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung: Stellung der Böden im Ökosystem Erde</li> <li>• Boden: Definition, Eigenschaften und Charakteristika von Böden, Physikalisch- chemische Wechselwirkungen in Böden, Bodenbildung und Bodenzusammensetzung, Bodenstruktur Grundwasser: Definition, Hydrogeologie, Grundwasserhydraulik, Durchlässigkeit, Pumpversuche</li> <li>• Verhalten wichtiger Schadstoffgruppen in Boden und Grundwasser, z.B. CKW, PAK, BTEX, Schwermetalle, Pestizide</li> <li>• Massenfluss und Massentransport in Böden und Grundwasser, Transportmodelle</li> <li>• Überblick über physikalische, chemische und biologische Verfahren zur Boden- und Grundwassersanierung, Altlasten</li> <li>• Sanierungsplanung und Sanierungsmanagement</li> </ul>
<p><b><u>Lehrformen:</u></b> 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.</p>
<p><b><u>Empfehlung für die Teilnahme:</u></b> Grundlagen der Chemie, Physik und Biologie</p>
<p><b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur und einer schriftlichen Ausarbeitung mit Vortrag vergeben.</p>
<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> 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><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> unregelmäßig (im Wintersemester)</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Prof. Dr. Eckard Helmers</p>
<p><b><u>Literatur:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hirner, Rehage, Sulkowski: „Umweltgeochemie“. Verlag Steinkopff, Darmstadt (2000), 836 Seiten</li> <li>• Bliefert: „Umweltchemie“. Verlag Wiley-VCH (2002)</li> <li>• Reddi, L. N.; Inyang, H. I. (2008): Geoenvironmental engineering. Marcel Dekker, New York, Basel.</li> </ul>

## 4.2 Umwelttechnik (WP)

<b>Umwelttechnik (WP)</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> UMTEC	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/ 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> 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"> <li>• Vertiefung von Grundoperationen der Verfahrenstechnik</li> <li>• Aufschluss</li> <li>• Trennung</li> <li>• Konditionierung (mechanisch, biologisch, thermisch, chemisch)</li> <li>• Prozessintegration</li> <li>• Transportphänomene</li> <li>• Schnittstellen zwischen Grundoperationen</li> <li>• Stoffwandlung</li> <li>• Verfahren zur Aufbereitung von Umweltmedien</li> <li>• Verfahren zur Behandlung von Reststoffen</li> <li>• Energiebereitstellung aus nachwachsenden Rohstoffen</li> <li>• Erneuerbare Energien</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Seminar			
<b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Ingenieur- und naturwissenschaftliche Grundlagenkenntnisse			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Seminararbeit mit Präsentation vergeben.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>			

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.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> unregelmäßig (im Wintersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> N.N.
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwasser- und Recyclingtechnik, Hartinger, Hanser Verlag</li> <li>• Abfallbehandlung, Thome-Kozmienski, Springer-Verlag</li> <li>• Denitrifikation von Trinkwasser, Rhönnefahrt, Springer-Verlag</li> </ul>

#### 4.3 Wasser - nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)

Wasser - nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> WASSER	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesungen, Praktika, Exkursionen	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/ 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Int“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studenten verstehen die Rolle der Ressource Wasser in natürlichen, sozialen und wirtschaftlichen S... Sie sind in der Lage, im Lichte des globalen klimatischen und technologischen Wandels integrative Ko...			
<b>Inhalte:</b> Dieser interdisziplinäre Kurs vermittelt hydrologische und limnologische Grundlagen zum Verständnis aquatischer Lebensräume für die Gesellschaft, wichtige technische Prozesse der Wassernutzung (z.B. deren rechtliche Grundlagen besprochen. Anhand von regionalen Klimawandelszenarien wird die Nach... beim Management dieser Ressource herausgearbeitet, sowie Lösungsansätze diskutiert.			
<b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> 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 Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den

**Stellenwert der Note für die Endnote/Gewichtung:**

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

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

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jährlich (im Wintersemester)

**Modulverantwortliche/r:**

Prof. Dr. 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 Impacts. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.  
[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA\\_FINAL.pdf](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 (4. Aufl.). C.H. Beck, München.
- Breuer & Gärditz (2017) Öffentliches und privates Wasserrecht (4. Aufl.). C.H. Beck, München.

## 5 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.

### 5.1 Umweltrecht

<b>Umweltrecht</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> URECHT	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung Gruppenarbeit	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: UP Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> 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.			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>			

<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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b>                      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.</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b>                      Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b>                      Prof. Dr. C. Glinski</p>
<p><b>Literatur:</b>                      1) Sodan / Ziekow (2020): Grundkurs Öffentliches Recht, 9. Aufl.                      2) Schlacke (2023): Umweltrecht, 9. Aufl.                      3) Klutz / Smeddinck (2021): Umweltrecht, 2. Aufl.</p>

## 5.2 Umweltökonomie

<b>Umweltökonomie</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> UMWOEK	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 25 Studierende
<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>                      Als Pflichtmodul: BAE                      Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>			
<p><b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>                      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).</p>			
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung und Einführung, Veranstaltungshinweise</li> </ul>			

- Klärung formaler und inhaltlicher Fragen
- Vortrag und Diskussion der Hausarbeitsthemen

**Lehrformen:**

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.

**Empfehlung für die Teilnahme:**

Besuch des Moduls Grundlagen ökonomischen Handelns und betriebswirtschaftliche Methoden (GRUOEKBET)

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Die Prüfungsleistung wird bewertet anhand

- 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 moderierender 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.

**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. K. Fischer

**Literatur:**

- 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.

### 5.3 Supply Chain Management

Supply Chain Management			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> SUCHMA	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehr-/Lernformen:</b> Vorlesung Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 3 SWS / 33,75 h 1 SWS / 11,25 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b> 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			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Grundlegende Kenntnisse in Produktionslogistik und Prozessmanagement empfohlen			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			



<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> 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><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> N.N.</p> <p><b><u>Lehrende/r:</u></b> Prof. Dr. K. Fischer</p>
<p><b><u>Literatur:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becker Torsten: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. 3. Aufl., Springer Vieweg Verlag, Berlin Heidelberg 2018.</li> <li>• Klug, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie - Grundlagen der Logistik im Automobilbau. 2. Aufl., Springer Vieweg Verlag, Berlin Heidelberg 2018.</li> <li>• Kurbel, K.: Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. 7. Aufl., Oldenbourg Verlag, München 2011.</li> <li>• Werner, H.: Supply Chain Management - Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 7. Aufl., Springer Gabler Verlag, Wiesbaden 2020.</li> </ul>

#### 5.4 Recycling – und Entsorgungslogistik

Recycling- und Entsorgungslogistik			5 ECTS
<b><u>Modulkürzel:</u></b> REENLO	<b><u>Workload (Arbeitsaufwand):</u></b> 150 Stunden		<b><u>Dauer:</u></b> 1 Semester
<b><u>Lehrveranstaltung:</u></b> a) Vorlesung b) Übung	<b><u>Präsenzzeit:</u></b> 3 SWS/33,75 h 1 SWS/11,25 h	<b><u>Selbststudium:</u></b> 105 h	<b><u>Geplante Gruppengröße:</u></b> 25 Studierende
<b><u>Verwendbarkeit des Moduls:</u></b> Als Pflichtmodul: BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b><u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u></b> Die Studierenden kennen die wesentlichen rechtlichen, betriebswirtschaftlichen und technischen Grundlagen der Recycling- und Entsorgungslogistik. Durch eigenständiges Erarbeiten und durch praktische Anschauung mit Hilfe von Exkursionen sind die Studierenden in der Lage, die fachbezogene Problemstellungen zu bearbeiten. Durch			

das wissenschaftliche Arbeiten wird die formale Sicherheit gefestigt. Die Studierenden sind zu wissenschaftlicher Arbeit befähigt (§ 16 HochSchG).

**Inhalte:**

- Vorstellung und Einführung, Veranstaltungshinweise
- Logistik, Recycling und Abfallentsorgung
- Rechtliche Rahmenbedingungen (Abfallrechtliche Rechtsquellen; abfallrechtliche Begriffsbestimmungen; Abfallarten; Grundsätze der Kreislaufwirtschaft; Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft; Grundsätze der Abfallbeseitigung; Grundpflichten der Abfallbeseitigung; Produktverantwortung)
- Logistikkette der Entsorgung (Abfallerfassung; Abfallsammlung; Abfalltransport; Abfallumschlag; Abfalllagerung)
- Abfallverwertung (Recycling; biologische Abfallverwertung)
- Abfallbeseitigung (Thermische Behandlung; Deponierung)
- Controlling der Recycling- und Entsorgungslogistik (Logistikcontrolling; strategisches Logistikcontrolling; operatives Logistikcontrolling)

**Lehrformen:**

Die Veranstaltung findet als Seminar statt. Tragende Elemente sind die Abstracts und Diskussionsbeiträge der Studierenden. Das Veranstaltungsskript dient zur Ergänzung der in den Veranstaltungen behandelten Themen.

Das Veranstaltungsthema „Recycling- und Entsorgungslogistik“ ist sehr gut geeignet, um von den Studierenden durch die Abstracts und die Diskussionsbeiträge erarbeitet zu werden (Selbststudium nach § 21 Satz 2 HochSchG). Neben der inhaltlichen Durchdringung des Stoffs durch die verschiedenen Veranstaltungsthemen soll einmal mehr das Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten geübt werden. Beide Ziele werden auch durch die Überarbeitung und Kommentierung der Veranstaltungsthemen und durch die gemeinsame, konstruktive Kritik an den Vorträgen und Handreichungen verfolgt. Dabei werden inhaltliche und formale Qualität der Abstracts und der Diskussionsbeiträge und Zusammenfassungen als gleichrangig angesehen.

Zusätzlich sollen für die praktische Anschauung Exkursionen durchgeführt werden.

**Empfehlung für die Teilnahme:**

Besuch der Module Grundlagen ökonomischen Handelns und betriebswirtschaftliche Methoden (BEVOWI, BETMET)

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Die Prüfungsleistung wird bewertet anhand

- von schriftlichen, zweiseitigen Abstracts (Notengewicht 65 %) zu den Veranstaltungsthemen. Jedes Veranstaltungsthema wird von allen Seminarteilnehmern vorgestellt und diskutiert. Die erste Seite jedes Abstracts beinhaltet das Thema, den Autor und den Text, die zweite Seite enthält die Endnoten (Quellenangaben, Links zu Abbildungen etc.). Wir weisen darauf hin, dass die DIN 5008:2020-03 [siehe Fachdatenbanken der UCB-Bibliothek → Nautos] und das aktuelle Duden-Regelwerk als Bewertungsreferenz gelten.
- der Diskussionsbeteiligung (Notengewicht 35 %); hier können noch zusätzliche Informationen wie Bilder, Audios oder Videos präsentiert werden.

<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> N.N.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter Quicker, Helmut Schnurer, Barbara Zeschmar-Lahl: „Müll-Handbuch – Sammlung und Transport, Behandlung und Ablagerung sowie Vermeidung und Verwertung von Abfällen“, Berlin, Bielefeld, München 2020</li> <li>• Harald Ehrmann: „Logistik“, Herne 2019</li> <li>• Reinhard Koether (Hrsg.): „Taschenbuch der Logistik“, München, Wien 2018</li> <li>• Horst Wildemann: „Entsorgungslogistik – Leitfaden zur wirtschaftlichen Gestaltung von Entsorgungskreisläufen“, München 2021</li> </ul> <p>Die Literaturliste wird jedes Semester aktualisiert.</p>

## 5.5 Stoffstrommanagement

Stoffstrommanagement			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> SSM	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 180 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium:</b> 120 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen Analysemethoden, welche die Nachhaltigkeit der Stoff- und Energieflüsse in Wirtschaft und Gesellschaft bewerten. Im Vordergrund steht ihre Befähigung, aufbauend auf dem Leitbild der Industriellen Ökologie, das Management von Rohstoffen und Energie zukunftsfähig auszurichten, beispielsweise durch Zero-Emissions-Strategien, Öko-Industrielle Kooperationen und eine innovative Recyclingwirtschaft.			

Die Studierenden haben die Idee einer Optimierung von komplexen Systemen durch das Tool des Stoffstrommanagements verstanden. Sie sind in der Lage, in regionalen Systemen Stoffstrommanagement anzuwenden und die dabei zu erwartenden Probleme zu analysieren und zu lösen. Im Vordergrund steht die Befähigung zur qualifizierten Potenzialanalyse mit dem Erkennen von Chancen und Risiken einer Stoffstrommanagementstrategie.

- Verständnis der Grundlagen einer fossilen und erneuerbaren Energieversorgung in einem Industrieland
- Befähigung zur Analyse der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Energieversorgungsstrategien
- Befähigung zur Bewertung und zur Entwicklung von ökonomischen und technischen Lösungsansätzen
- Verständnis unterschiedlicher Instrumente der Umweltpolitik

Fähigkeit zur Darstellung einer regionalen Wertschöpfung durch die Anwendung von Stoffstrommanagement.

#### **Inhalte:**

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.

#### **Empfehlung für die Teilnahme:**

keine

#### **Vergabe von Leistungspunkten:**

Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer Präsentation (50 % Anteil Endnote) und einer 60-minütigen Klausur (50 % Anteil Endnote) 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)

<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr.-Peter Heck
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isenmann, Ralf (Hrsg.) (2007) Industrial Ecology: mit Ökologie zukunftsorientiert wirtschaften. München: Elsevier Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• Von Hauff, Michael; Isenmann, Ralf; Müller-Christ, Georg (2011) Industrial Ecology Management: Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbände. Gabler Verlag.</li> <li>• Graedel, Tom H.; Allenby, Braden R.; Graedel, T.E. (2009) Industrial Ecology and Sustainable Engineering. Prentice Hall.</li> <li>• Heck, Peter/Bemmann, Ulrich (Hrsg.) (2002): Praxishandbuch Stoffstrommanagement, Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst.</li> </ul>

## 5.6 Ökonomie nachhaltiger Institutionen

<b>Ökonomie nachhaltiger Institutionen</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ÖKONI	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 180 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung, Fallstudien	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS /60 h	<b>Selbststudium:</b> 120 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Neben Grundzügen der Institutionenökonomik verfügen die Studierenden über diverse Perspektiven bezüglich der Gestaltung nachhaltiger Institutionen und haben die schon bekannten Sichtweisen (z.B. Ökonomie externer Effekte) vertieft. Die Studierenden sind in der Lage die Nachhaltigkeitseigenschaften von Institutionen kritisch zu reflektieren. Darüber hinaus sind sie dazu befähigt fallbezogen Zielkonflikte und unterschiedliche Interessenlagen bei der Gestaltung von Institutionen zu erörtern und können Lösungsansätze entwickeln.			
<b>Inhalte:</b> Erkenntnistheoretische Grundlagen und Interessen, Systemtheorie und Leitwerte, Dreiebenenbetrachtung und Nachhaltigkeitsdreieck, Ökonomie der externen Effekte und Instrumente zur Internalisierung, Informations- und Transaktionskosten, Eigentumsrechte und ökonomische Renten, spieltheoretische Grundlagen, Umweltpolitik via Außensteuerung vs. Binnensteuerung. Diskussion der Perspektiven am Beispiel der „nachhaltigen Siedlungsentwicklung“ (Inland und Ausland). Grundlegende Institutionen und ihre verhaltenssteuernde Wirkung: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Markt- vs. Plan (auch: Strategien der Energiewende)</li> <li>– Arbeitsteilung und Außenhandel (auch: Freihandelsabkommen)</li> <li>– Die Rolle von Geld, Kredit und Kapitalmarkt (auch: EU-Taxonomie, ESG)</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Rolle des Eigentums (auch: Eigentum an Boden und Ressourcen, Patente)</li> <li>– Netzgebundene Monopole (auch: Bahn)</li> </ul> <p>Die Fallbeispiele und Vertiefungen können modifiziert oder ergänzt werden.</p>
<p><b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> keine</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer 90-minütigen Klausur vergeben. Genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Dirk Löhr</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löhr, Dirk (2009): Die Plünderung der Erde, Verlag für Sozialökonomie</li> <li>• Löhr, Dirk (2013): Prinzip Rentenökonomie: Wenn Eigentum zu Diebstahl wird, Metropolis</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird im Vorfeld der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>

## 5.7 Nachhaltige Unternehmensführung

Nachhaltige Unternehmensführung			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> NUF	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 180 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS /60 h	<b>Selbststudium:</b> 120 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>			

Die Studierenden beherrschen vertiefte Kenntnisse zu Grundlagen moderner und nachhaltiger Unternehmensführung. Sie sind in der Lage, verbreitete klassische und CSR-nahe Managementinstrumente einzuschätzen, in Grundzügen anzuwenden und ihrem eigenen Instrumentarium zuzuordnen. Die TN kennen Analysewerkzeuge und Managementtechniken, sind vertraut mit aktuellen Herausforderungen in globalisierten konvergierenden Märkten unter hohem Innovationsdruck. Sie reflektieren gesamtheitlich die umsichtige, umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Führung von Unternehmen.

**Inhalte:**

I: Auftakt über mitarbeiterorientierte Aspekte wie Motivation, Anreiz & Beitrag, Organizational Behaviour, Korrelation zwischen Führungsstil, effektiver Aufgabenteilung & Produktivität

II: Instrumente: Technologie-, Innovations- und Riskmanagement, Sicherheit im Unternehmen/Fraudmanagement, überkommene vs. moderne Budgetierungsverfahren, theoriennahe Begleitung der Gestaltung, Ziele und Umsetzung moderner Unternehmensführung normativ-strategisch, taktisch und operativ unter Achtung der Ressourcen- und Sozialperspektiven im 21. Jahrhundert, basierend auf normativer Unternehmensführung/HSG-Ansatz, weitere Steuerungsinstrumente und Managementmethodiken, z.B. (sustainability oriented) Scorecards, Sponsoringpolitik, Corporate Volunteering etc. Beispiele zur nachhaltigen Sicherung der Zukunftsfähigkeit von Unternehmen durch Anreize für langfristig orientiertes Entscheiden im Management und Wertorientierung im Stakeholder-Ansatz in Konzernen und Global Playern

III: Herausragende Managerpersönlichkeiten bei Multinationals und im deutschen Mittelstand, Erfolgsrezepte und Beispiele Good Management Practice einerseits und Managementfehlern sowie Manager-Fehlverhalten andererseits, Deutscher Corporate Governance Codex - kommentierte und diskutierte Impulsvorträge aller Teilnehmer. Alle Inhalte korrespondieren mit Aspekten der Corporate Responsibility.

**Empfehlung für die Teilnahme:**

Bachelor in einem themennahen Studiengang BWL, VWL, WI, Inf., Ing.

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Note und Leistungspunkte werden aufgrund eines 30-40 Minuten dauernden Referates zu einem zugeordneten Thema, ggf. in Arbeitsgruppen (40% Anteil Endnote), sowie einer am Semesterende einzureichenden Verschriftlichung zum gleichen individuellen Thema im Umfang von 18-20 S. (60% Anteil Endnote) vergeben. 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

<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Klaus Rick
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Müller-Christ (2014): Nachhaltiges Management, 2. Aufl., nomus utb</li> <li>• Binder (2013): Nachhaltige Unternehmensführung, Haufe</li> <li>• Macharzina / Wolf (2017): Unternehmensführung, 10. Aufl. Springer Gabler</li> <li>• Vahs/Brem (2015): Innovationsmanagement, Schäffer Poeschel</li> <li>• Steinmann / Schreyögg (2013): Management – Grundlagen der Unternehmensführung, 7. Auflage, Springer Gabler</li> </ul>

## 6 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.

### 6.1 Brennstoffzellen- und Batterietechnik (WP)

Brennstoffzellen- und Batterietechnik für Master (WP)			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> BZBATEC-M	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h 15 h	<b>Selbststudium:</b> 90 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 30 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b>			



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.
<p><b>Inhalte:</b> 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.</p>
<p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit integrierten Übungen und einem Laborpraktikum</p>
<p><b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten Kenntnisse in Thermodynamik und Physikalischer Chemie besitzen.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Gregor Hoogers</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handbook of Batteries (McGraw-Hill) Elektrochemie, Vielstich</li> <li>• Larminie, Vielstich/Gasteiger, Hoogers</li> </ul>

## 6.2 Chemische Verfahrenstechnik II

<b>Chemische Verfahrenstechnik II</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> CHEVER II	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehrveranstaltung:</b>	<b>Präsenzzeit:</b>	<b>Selbststudium:</b>	<b>Geplante Gruppengröße:</b>

Vorlesung	4 SWS / 45 h	105 h	50 Studierende
<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>  Als Pflichtmodul: BPV, BPP – Vertiefungsrichtung <i>Prozesstechnik</i>  Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>			
<p><b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b>  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.</p>			
<p><b>Inhalte:</b>  Die Veranstaltung vertieft im ersten Teil die Aspekte der Reaktionstechnik aufbauend auf der Veranstaltung „Chemische Verfahrenstechnik I“:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrokinetik homogener Gas- und Flüssigkeitsreaktionen (Formalkinetische Geschwindigkeitsansätze, Parallel- und Folgereaktionen, Reversible Reaktionen, Damköhler-Zahl I)</li> <li>• Makrokinetik in fluiden Zweiphasensystemen (Kenngrößenbeziehungen des Stoffübergangs, Reaktionen mit Stofftransport, Hatta-Zahl)</li> <li>• Mikrokinetik heterogen katalysierter Reaktionen (Reaktionsgeschwindigkeits-Gleichungen, Desaktivierung, Langmuir-Hinshelwood, Eley-Rideal)</li> <li>• 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)</li> </ul> <p>Im zweiten Teil der Veranstaltung werden Produktionsprozesse bedeutender Vor- und Zwischenprodukte der industriellen organischen und anorganischen Chemie behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwefelsäure</li> <li>• Chlor-Alkali-Elektrolyse</li> <li>• Synthesegas und Synthesen mit Kohlenmonoxid</li> <li>• Ammoniak, Salpetersäure und Harnstoff</li> <li>• Ethylen, Propylen und ihre Umsetzungsprodukte</li> <li>• Vinyl-Halogen-Verbindungen</li> <li>• Komponenten für Polyamide</li> <li>• Aromaten und ihre Umsetzungsprodukte</li> </ul>			
<p><b>Lehrformen:</b>  Vorlesung</p>			
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b>  Die Studierenden sollten die Inhalte der Veranstaltung „Chemische Verfahrenstechnik I“ beherrschen.</p>			
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b>  Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.</p>			

<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baerns, M; Hofmann, H.; Renken, A.: Chemische Reaktionstechnik – Lehrbuch der Technischen Chemie Band 1. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1987</li> <li>• Emig, G., Klemm, E.: Technische Chemie – Einführung in die chemische Reaktionstechnik. Springer-Verlag, Heidelberg, 2005</li> <li>• Weissermel, K., Arpe, H.J.: Industrielle organische Chemie, VCH-Verlag Heidelberg, 1994</li> </ul>

### 6.3 Energieinformatik M (WP)

<b>Energieinformatik M</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ENINFM	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MEE Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Das Modul soll den Studierenden ein fortgeschrittenes Wissen über den Aufbau heutiger Energiesysteme sowie ein fortgeschrittenes Verständnis für die Umsetzung von Aufgaben aus der Energiewirtschaft in eine digitale Darstellung vermitteln. Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über ein vertieftes Verständnis der Materie und über eine Fülle von Fähigkeiten, wie z.B. die Fähigkeit, Lösungen für energiewirtschaftliche Probleme weiterzuentwickeln, die aus Energiemodellen abgeleitete Ergebnisse effektiv zu kommunizieren und die Erzeugungs- und Verbrauchssysteme innerhalb einer bestimmten Region in digitaler Form zu erfassen und zu parametrisieren. Darüber hinaus können die Studierenden Skripte für die Modellierung von Energiesystemen, der Anwendung von Algorithmen zur Optimierung			

von Energiesystemen und der Visualisierung von Energiesystemen und Energieflüssen mit verschiedenen Mitteln implementieren. Dieser praxisnahe Lernansatz wird die Studierenden mit den wissenschaftlichen Fähigkeiten ausstatten, um reale Probleme in der Energiewirtschaft zu lösen.

**Inhalte:**

Um Energiesysteme unter Berücksichtigung volatiler, regenerativer Energiequellen modellieren, simulieren und optimieren zu können, müssen die Erzeugungs- und Verbrauchssysteme in einer Region digital erfasst und parametrisiert werden, sodass aus diesem System unter anderem Rückschlüsse auf Potenziale zur Energieeinsparung sowie Prognosen zur künftigen Entwicklung abgeleitet werden können. Hierzu werden die Studierenden folgende Punkte erarbeiten:

- Einführung in grundlegende Kontrollstrukturen
- Grundlagen des prozeduralen und objektorientierten Programmierens
- Aufbau einer Datenbankstruktur
- Programmierung von Skripten zur Modellierung des Energiesystems
- Visualisierung von Energiedaten
- Coding Rules und Dokumentation von Quellcode
- Die Programmierinhalte werden auf energietechnische Fragestellungen angewendet. Die Programmiersprache ist Python.

**Lehrform:**

Seminar mit Übungen.

Das Konzept der Lehrform ist „Flipped Classroom“: Die Studierenden erarbeiten sich die inhaltlichen Grundlagen durch ein angeleitetes Selbststudium, die Präsenzzeit wird für das gemeinsame Bearbeiten von Aufgabengestellungen genutzt.

**Empfehlung für die Teilnahme:**

Für Studierende der Informatik:

- Fundierte Kenntnisse der Informatik, insbesondere zum Programmieren in einer höheren Programmiersprache
- Grundlegende Kenntnisse der Physik, insbesondere in Bezug auf energietechnische Aspekte

Für Studierende der Energietechnik:

- Grundlegende Kenntnisse der Informatik (zum Beispiel durch einen Kurs „Embedded Systems“)
- Fundierte Kenntnisse der Energietechnik

Zudem wird ein grundlegendes Interesse an der Lösung energietechnischer Aufgabenstellung mithilfe von IT vorausgesetzt.

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage Portfolioprüfung vergeben. Die Portfolioprüfung setzt sich aus Testaten, welche die Veranstaltung begleiten, sowie einem Programmierprojekt am Ende der Veranstaltung zusammen.

Bei den Testaten handelt es sich um kleinere Programmieraufgaben, die als „bestanden/nicht bestanden“ bewertet werden. Es sind mindestens 75 Prozent der Testate zu bestehen, um das Programmierprojekt durchführen zu können.

Bei dem Programmierprojekt handelt es sich um eine Aufgabenstellung, bei der die Studierenden das Erlernte auf eine energietechnische Fragestellung anwenden sollen.

Hierzu wird selbstständig ein Programm entwickelt, welches die erlernten Programmierkonzepte umfasst.

<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterigen Studiengang; 5/120 (4,17%) für 4-semesterigen Studiengang</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich im Wintersemester</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Henrik te Heesen</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Zahoransky. Energietechnik. Springer-Verlag</li> <li>• Lehrvideos zur Energietechnik</li> <li>• Lehrvideos und Online-Tutorials zur Einführung in Python und Datenbanken [SLQ]</li> <li>• Weiterführende Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekanntgegeben</li> </ul>

#### 6.4 Informationssysteme

Informationssysteme			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> INFOSYS	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> a) 50 Studierende b) 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: MAI - Vertiefungsrichtung Sustainability and Information Systems Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> 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.			
<b>Inhalte:</b>			

<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenintegrität und deren Realisierung in SQL</li> <li>• PL/SQL: Realisierung dynamischer Integritätsbedingungen und Datenbank-interne Programmierung</li> <li>• Anfragebearbeitung und –optimierung Mehrbenutzer-Synchronisation in der Transaktionsverwaltung</li> <li>• Recovery in der Transaktionsverwaltung</li> </ul>
<p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung [2 SWS] mit begleitenden Rechnerübungen [2 SWS]</p>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten die Grundlagen von relationalen Datenbanken kennen und die Sprache SQL beherrschen.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer mündlichen Prüfung vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> 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><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Gisela Sparmann</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme – Eine Einführung. Oldenbourg Verlag</li> <li>• R. Elmasri, S. Navathe: Fundamentals of Database Systems. Addison Wesley Verlag</li> <li>• St. Feuerstein, P. Pribyl, Ch. Dawes: Oracle PL/SQL kurz&amp;gut. O'Reilly Verlag</li> </ul>

## 6.5 Planungsseminar

<b>Planungsseminar</b>		<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> PLANSEM	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester

<b>Lehr-/Lernformen:</b> Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: BAE Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die Randbedingungen, die Vorgehensweise und das interdisziplinäre Arbeiten in Planungsprojekten. Sie lösen die gestellte, beispielhafte Planungsaufgabe unter insbesondere rechtlichen, technischen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Die Studierenden vertiefen dabei die Techniken des Projektmanagements und -controllings, erkennen, dass Leistungen, Kosten und Termine im Fokus stehen, und können eine Projektorganisation und ein projektbezogenes Berichtswesen einrichten. Die Studierenden können unter Zeit- und Leistungsdruck in einer neu gebildeten Gruppe arbeiten.			
<b>Inhalte:</b> Beispiele für Planungsthemen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung von Auslegung, Bau und Betrieb einer Fotovoltaik-Dachanlage zur Stromversorgung eines mittelständischen Gewerbebetriebs mit 150 Beschäftigten</li> <li>• Planung von Auslegung, Bau und Betrieb eines Netzes öffentlicher Ladestationen für Elektrofahrzeuge</li> <li>• Planung von Auslegung und Durchführung der Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen</li> <li>• Planung von Auslegung und Bau einer Waschanlage für die kommunale Straßenbahn</li> <li>• Planung von Auslegung und Bau eines Radschnellweges zwischen Mainz und Bingen</li> </ul>			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Die Prüfungsleistung wird bewertet anhand <ol style="list-style-type: none"> <li>1. einer schriftlichen, etwa 100-seitigen Hausarbeit, die bis zum JJJJ-MM-TT (Fr.), 12:00 Uhr (Ausschlussfrist!), als ungeschützte MS-Office®-Dokumente und/oder MindManager®-Dokument an den Dozenten zu senden ist; ohne triftigen Grund verspätet eingehende Hausarbeiten werden mit „nicht ausreichend (Note 5,0)“ bewertet. Die Hausarbeit wird als Gruppenarbeit (je 7 bis 10 Studierende) geschrieben und integriert Projektdokumentation und Sachlösung der gestellten Planungsaufgabe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die <b>Projektdokumentation</b> zum Planungsprozess beschreibt das Projektmanagement und -controlling (bspw. Erstellung eines Projektablaufplans, Meilensteinplanung, Projektbudgetplanung, strategisches Projektrisikomanagement, Ressourcenmanagement, Einsatz von Planungs- und Projektierungssoftware, Meilenstein-Trendanalyse, Analyse von Budget- und Kostenabweichungen, Ermittlung von Fertigstellungswerten, Erstellung verschiedener Projektberichte,</li> </ul> </li> </ol>			

<p>Gewährleistung des Gruppenzusammenhalts, Arbeitsbeteiligung, Durchsetzung von Notfallplanungen und Ressourcen(um)verteilung); das Notengewicht der formalen Projektdurchführung beträgt 40 %.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die <b>Sachlösung</b> belegt die sachliche Nachvollziehbarkeit und Vertretbarkeit der Erfüllung der Planungsaufgabe (bspw. plausible Vorstellung des zu erledigenden Planungsauftrags, realitätsnahe Annahmen hinsichtlich des Dateninputs, ausreichende Gliederung, aber auch Zusammenfassung und Komprimierung von Projektschritten, Berücksichtigung der wesentlichen rechtlichen, technischen und betriebswirtschaftlichen Aspekte); das Notengewicht der inhaltlichen Projektdurchführung beträgt 40 %.</li> </ul> <p>2. eines mediengestützten, ca. 120-minütigen <b>Vortrags</b> mit anschließender Diskussion, der die Projektergebnisse allen Veranstaltungsteilnehmern verdeutlichen soll (Notengewicht 20 %); der Vortrag muss ab Abgabe der Hausarbeit in jeder der folgenden Veranstaltungen gehalten werden können. Die Mitglieder der jeweiligen Arbeitsgruppe haben dabei angemessene Teile des Vortrags zu übernehmen.</p>
<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> 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><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Alle Dozenten des Fachbereichs</p>
<p><b><u>Literatur:</u></b> Eine aktuelle, themenangepasste Literaturliste wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>

## 6.6 Wasser – nachhaltige Ressourcennutzung im globalen Wandel (WP)

s. Seite 35