



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE  
EMDEN-LEER

# **Modulhandbuch Studiengang Bachelor Sustainable Energy Systems**

(PO 2018)

Hochschule Emden/Leer  
Fachbereich Technik  
Abteilungen Maschinenbau und Naturwissenschaftliche Technik

(Stand: 1. März 2022)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Abkürzungen der Studiengänge des Fachbereichs Technik</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Modulverzeichnis</b>	<b>3</b>
2.1	Pflichtmodule	4
	Allgemeine Chemie für SES	4
	Einführung in die Nachhaltigkeit	5
	Mathematik I	6
	Sustainability Project	7
	Technische Mechanik	8
	Elektrotechnik	9
	Mathematik II	10
	Technische Mechanik II	11
	Thermo-/Fluiddynamik	12
	Datenverarbeitung	13
	Energie- & Umwelttechnik	14
	Energy efficiency and energy management	15
	Messtechnik	16
	Nachhaltigkeit chemischer Prozesse	17
	Nachwachsende Rohstoffe SES	18
	Betriebswirtschaftslehre	19
	Regelungstechnik	20
	Solar energy	21
	Strömungsmaschinen	22
	Thermische Verfahrenstechnik SES	23
	Thermische Verfahrenstechnik für SES	24
	Wind energy	25
	Energy storage	26
	Energy systems simulation	27
	Programmieren 1	28
	Softskills 2	29
	Spektroskopie	30
	Sustainable Production	31
	Technical project	32
	Umwelttechnik Praktikum	33
	Umweltverfahrenstechnik	34
	Energy Process Technology	35
	Energy and Environment	36
	Petrochemische Prozesse	37
	Sustainable energy project	38
	Thermal Power Plants	39
2.2	Wahlpflichtmodule	40
	WPM Laboratory Course Solar Energy	40
	WPM Laboratory Course Wind Energy	41
	WPM Polymere	42
	WPM Projekt Wind Challenge	43
	WPM Strömungsmaschinen - Design und Simulation	44
	WPM Studienarbeiten in der Chemie- und Umwelttechnik	45

# 1 Abkürzungen der Studiengänge des Fachbereichs Technik

## Abteilung Elektrotechnik und Informatik

<b>BET</b>	Bachelor Elektrotechnik
<b>BETPV</b>	Bachelor Elektrotechnik im Praxisverbund
<b>BI</b>	Bachelor Informatik
<b>BIPV</b>	Bachelor Informatik im Praxisverbund
<b>BMT</b>	Bachelor Medientechnik
<b>BOMI</b>	Bachelor Medieninformatik (Online)
<b>BORE</b>	Bachelor Regenerative Energien (Online)
<b>BOWI</b>	Bachelor Wirtschaftsinformatik (Online)
<b>MII</b>	Master Industrial Informatics
<b>MOMI</b>	Master Medieninformatik (Online)

## Abteilung Maschinenbau

<b>BIBS</b>	Bachelor Industrial and Business Systems
<b>BMD</b>	Bachelor Maschinenbau und Design
<b>BMDPV</b>	Bachelor Maschinenbau und Design im Praxisverbund
<b>MBIDA</b>	Master Business Intelligence and Data Analytics
<b>MMB</b>	Master Maschinenbau
<b>MTM</b>	Master Technical Management

## Abteilung Naturwissenschaftliche Technik

<b>BBTBI</b>	Bachelor Biotechnologie/Bioinformatik
<b>BCTUT</b>	Bachelor Chemietechnik/Umwelttechnik
<b>BEP</b>	Bachelor Engineering Physics
<b>BEPPV</b>	Bachelor Engineering Physics im Praxisverbund
<b>BSES</b>	Bachelor Sustainable Energy Systems
<b>MALS</b>	Master Applied Life Sciences
<b>MEP</b>	Master Engineering Physics

## 2 Modulverzeichnis

## 2.1 Pflichtmodule

Modulbezeichnung	Allgemeine Chemie für SES	
Semester (Häufigkeit)	1-2 (Beginn jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	6 (2 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	75 h Kontaktzeit + 105 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1h / 1h	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Praktikum	
Modulverantwortlicher	W. Lindenthal	
<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen der Allgemeinen und der Analytischen Chemie. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien des Aufbaus der Materie, des Periodensystems der Elemente und der chemischen Bindung. Sie kennen wichtige chemische Grundbegriffe wie Säure, Base, pH-Wert, Oxidation, Reduktion, den Molbegriff, das chemische Gleichgewicht u.a. und sind in der Lage, titrimetrische und gravimetrische Analysen selbständig durchzuführen und auszuwerten.		
<b>Lehrinhalte</b> Aufbau der Atome/der Elektronenhülle. Periodensystem der Elemente. Theorien der chemischen Bindung. Stöchiometrie, chemisches Rechnen. pH-Wert und Säure-Base-Begriff, Säure- und Basenstärke, Puffer, Säure-Base-Titrationen, Titrationskurven. Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt. Fällungstitrationen. Komplexometrie. Komplexometrische Titrationen. Reduktion und Oxidation, Redoxreaktionen, elektrochemische Spannungsreihe, Redoxtitrationen.		
<b>Literatur</b> Riedel, E.: Anorganische Chemie, de Gruyter, 2002. Nylén, P., Wigren, N., Joppien, G.: Einführung in die Stöchiometrie, Steinkopff, 1995. Jander, G., Blasius, E.: Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, Hirzel		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
W. Lindenthal	Vorlesung Allgemeine Chemie	4
W. Lindenthal	Praktikum Analytische Chemie EE	1

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Einführung in die Nachhaltigkeit</b>	
<b>Modulbezeichnung (eng.)</b>	Introduction to sustainability	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	1 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	4 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraез	
<b>Qualifikationsziele</b>		
<p>Die Studierenden sind mit den verschiedenen Deutungen des Begriffs Nachhaltigkeit vertraut. Sie kennen die aus der Perspektive der Nachhaltigkeit größten Herausforderungen der Gegenwart. Sie sind auch in der Lage die wichtigsten durch den Menschen verursachten globalen Umweltveränderungen zu identifizieren. Die Rolle des Primärenergiebedarfs sowie der Bereitstellung von verschiedenen Energieformen ist den Studierenden bekannt. Die Studierenden sind fähig mögliche technische Lösungen für die Probleme der Nachhaltigkeit zu identifizieren. Sie sind auch mit den Zielen und Möglichkeiten der Energiewende vertraut. Darüber hinaus verstehen sie wie einfache Klimamodelle funktionieren und wie sie genutzt werden um mögliche Klimaentwicklungen vorherzusagen.</p>		
<b>Lehrinhalte</b>		
<p>Nachhaltigkeitsprinzipien, Systemdynamik, Gleichgewichtszustände, Energiesysteme, Grenzen des Wachstums, Brundland Bericht, Millenium-Entwicklungsziele, Weltenergievorräte und Ressourcenverknappung, globaler Energiebedarf, Nachhaltigkeitsindikatoren, Klimamodelle.</p>		
<b>Literatur</b>		
<p>Pufé, I.: Nachhaltigkeit, UTB, 2017.  Rojey, A.: Energy and Climate, Wiley, 2009.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herraез	Einführung in die Nachhaltigkeit	4

Modulbezeichnung	Mathematik I	
Semester (Häufigkeit)	1 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	9 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	120 h Kontaktzeit + 150 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BMD, BMDPV	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung + Übung	
Modulverantwortlicher	E. Wings	
<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendige Fachsprache angemessen zu verwenden, so dass sie mathematisch formulierte Texte verstehen und auf Basis von Fachliteratur eigenständig arbeiten können. Sie verfügen über ein sachgerechtes, flexibles und kritisches Umgehen mit grundlegenden mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren und Algorithmen zur Lösung mathematischer Probleme. Die Studierenden kennen die Methoden der eindimensionalen Analysis und der Linearen Algebra. Sie verstehen die entsprechenden Zusammenhänge und sind in der Lage, die Methoden auf technische Problemstellungen anzuwenden.		
<b>Lehrinhalte</b> Mengen, Zahlen, Gleichungen, Ungleichungen, lineare Gleichungssysteme, binomischer Lehrsatz, Vektoralgebra, Vektorgeometrie, komplexe Zahlen und Funktionen, lineare Algebra, reelle Matrizen, Determinanten, komplexe Matrizen, Funktionsbegriff, Differenzialrechnung, Differenzenquotient, Eigenschaften von Funktionen.		
<b>Literatur</b> T. Arens et.al.: Mathematik; Spektrum Akademischer Verlag, 4. Auflage 2018 Anton, C. / Rorres, C.: Elementary Linear Algebra - Applications Version, John Wiley, 11. Auflage 2014 N. Bronstein et. al.: Taschenbuch der Mathematik; Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt(Main), 10. Auflage 2016 Westermann: Mathematik für Ingenieure; Springer Verlag, 7. Auflage, 2015		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
E. Held	Mathematik I	6
E. Held	Übungen zur Mathematik I	2

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Sustainability Project</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	1 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Oral presentation and writing	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	lecture and seminar	
<b>Modulverantwortlicher</b>	G. Illing	
<b>Qualifikationsziele</b>		
The students receive knowledge, which is developed both in the lecture as well as independently, in a topic area with technical reference. They get tasks that are related to novel & efficient technologies, taking into account technical aspects as well as economic, legal and social conditions. The students organize themselves independently and work in a topic. They work in Groups and describe and analyze the essential aspects of the topic.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Work out of detail information from various information sources, technical presentations and written technical essays, Organization of group work. The topics covered in the lecture are related to novel & efficient technologies.		
<b>Literatur</b>		
Bekanntgabe erfolgt themenspezifisch in der Vorlesung		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
G. Illing	Sustainability Project	2

Modulbezeichnung	Technische Mechanik	
Semester (Häufigkeit)	1 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BIBS, BEE	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortlicher	F. Schmidt	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden kennen die Grundlagen der Statik und können diese zur Auslegung statisch bestimmter Systeme anwenden. Sie können statische Systeme mittels Freikörperbildern abstrahieren, innere wie äußere Kräfte identifizieren und berechnen sowie resultierende Spannungen und Dehnungen ableiten.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Statisches Gleichgewicht (zweidimensional), Fachwerke, Reibung, Schnittkräfte und -momente, Bauteildimensionierung, Spannungen, Dehnungen		
<b>Literatur</b>		
Hibbeler, Technische Mechanik 1, Statik, Pearson Hibbeler, Technische Mechanik 2, Festigkeitslehre, Pearson		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
F. Schmidt	Technische Mechanik 1	4



<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Elektrotechnik</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	2 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BMD, BMDPV, BEE	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	A. Haja	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden haben fundierte Grundkenntnisse in den Gebieten der Gleich- und Wechselstromtechnik. Sie haben Kenntnisse in der Berechnung von Feldern (Strömungsfeld, elektrisches und magnetisches Feld) sowie in der Drehstromtechnik. Sie können das Verhalten einfacher Schaltungen mit passiven Komponenten berechnen und haben Basiskenntnisse zu wichtigen Bauelementen wie Spule, Kondensator, Diode und Transistor.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Einführung, Aufbau elektrischer Geräte, Ersatzschaltbilder, VDE 100; Theorien zu Gleich- und Wechselstrom; Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln, Ersatzquellen; Statische Felder, Kapazität, Induktivität; Wechselfelder (Aufbau, Berechnung, Nutzung); Bauelemente im Wechselstromkreis, komplexe Darstellung und Berechnung;		
<b>Literatur</b>		
Harriehausen, T. / Schwarzenau, D.: "Moeller Grundlagen der Elektrotechnik", Teubner, 2013 Weißgerber, W.: "Elektrotechnik für Ingenieure 1+2", Springer Vieweg, 2018 Fischer, R. / Linse, H.: "Elektrotechnik für Maschinenbauer", Springer Vieweg, 2016		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
A. Haja, J. Kirchhof	Vorlesung Elektrotechnik	4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Mathematik II</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	2 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	8 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	90 h Kontaktzeit + 150 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Mathematik I	
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BMD, BMDPV	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung + Übung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	E. Wings	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden kennen die Methoden aus den Bereichen der Differentialgleichung, der linearen Differentialgleichungssystemen und der Vektoranalysis. Die Studierenden sind in der Lage, die zum Verständnis der Grundlagen der Theorie der Differentialgleichungen notwendige Fachsprache angemessen zu verwenden. Die Studierenden verknüpfen Inhalte der Mathematik I und II sinnvoll miteinander. Sie beherrschen die entwickelten Verfahren. Sie können praktische Probleme selbstständig daraufhin analysieren, welche der erlernten Methoden als geeignete Berechnungshilfsmittel zum Lösen verwendet werden müssen.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Partielle Differentiation, Integralrechnung, Substitution, partielle Integration, Partialbruchzerlegung, Vektorwertige Funktionen, mehrfache Integrale, Unendliche Reihen, Potenzreihen, Taylorreihe, Fourierreihe, Differentialgleichungen, Systeme linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, Laplace-Transformation.		
<b>Literatur</b>		
T. Arens et.al.: Mathematik; Spektrum Akademischer Verlag, 4. Auflage, 2018 Anton, C. / Rorres, C.: Elementary Linear Algebra - Applications Version, John Wiley, 11. Auflage, 2015 N. Bronstein et. al.: Taschenbuch der Mathematik; Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt(Main), 10. Auflage, 2016 Westermann: Mathematik für Ingenieure; Springer Verlag, 7. Auflage, 2015		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
J. Kirchhof, G. Göricke	Mathematik II	6
J. Kirchhof, G. Göricke	Übungen zur Mathematik II	2

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Technische Mechanik II</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	2 (jedes Sommersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	keine		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Technische Mechanik 1		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2 h		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung		
<b>Modulverantwortlicher</b>	F. Schmidt		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Der Studierende soll die aus Schnittgrößen resultierenden Spannungen und Verformungen am Balken kennen und deren Berechnung an einfachen Beispielen durchführen können. Er soll das Knickphänomen kennen und an einfachen Strukturen anwenden können. Er soll die Vergleichspannungshypothesen kennen.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Einführung der Spannungen, Moor'scher Spannungskreis, Einführung der Dehnungen und Verzerrungen, Moor'scher Dehnungskreis, Normalspannungen und zugehörige Verformungen, Flächenträgheitsmomente, Biegespannungen und zugehörige Verformungen, schiefe Biegung, Schubspannungen aus Querkraft, Torsionsspannungen und zugehörige Verformung in einfachen Balkenquerschnitten, Vergleichsspannungshypothesen, Knickprobleme,			
<b>Literatur</b>			
Hibbeler, Technische Mechanik 2, Verlag Pearson Studium			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
F. Schmidt	Technische Mechanik 2		4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Thermo-/Fluidodynamik</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	2 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	7 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	90 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BMD, BMDPV, BEE	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2h oder mündliche Prüfung, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Labor, Studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	O. Böcker	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden kennen thermodynamische Zustands- und Prozessgrößen und thermodynamische Energieformen. Sie können Systeme mit dem ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik berechnen und analysieren. Weiter können die Studierenden die Zustandsgrößen für einfache Mischungen berechnen bzw. ermitteln. Außerdem kennen sie verschiedene Brennstoffe und können deren Luftbedarf und deren Heizwert bestimmen. Die Studierenden außerdem die Grundlagen der Strömungslehre. Sie können Drücke, Kräfte, Geschwindigkeiten in ruhenden und strömenden Fluiden sowie Drücke, Druckverluste, Kräfte, die in Anlagen oder an Körpern auftreten, berechnen, Grenzschichtprobleme verstehen und mit Modellvorstellungen arbeiten.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Strömungslehre: Statik der Fluide, Massen-, Energie- und Impulserhaltung, Ähnlichkeitstheorie, Rohrströmungen, Strömung um Tragflächen. Thermodynamik: System, Zustand, Zustandsgrößen, Zustandsänderungen 1. und 2. Hauptsatz, Energie, Entropie, Kreisprozesse, Gemische, Mischungsprozesse Verbrennungsprozesse.		
<b>Literatur</b>		
Labuhn, D.: Keine Panik vor Thermodynamik!, 6. Auflage, Springer Vieweg Verlag 2012 Strybny, J.: Ohne Panik Strömungsmechanik, Vieweg+Teubner, 2012 Böswirth, L.: Technische Strömungslehre, Vieweg+Teubner Verlag, 2012		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herraez / C. Jakiel	Vorlesung Strömungslehre 1	2
O. Böcker	Vorlesung Thermodynamik	4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Datenverarbeitung</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	3 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BIBS, BEE	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2h oder mündliche Prüfung, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation, Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Rechnerpraktikum	
<b>Modulverantwortlicher</b>	F. Schmidt	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden verstehen die Grundlagen moderner Computersysteme und beherrschen wichtige Elemente gängiger Programmiersprachen wie beispielsweise Kontroll- und Datenstrukturen. Sie sind in der Lage, einfache eigene Programme zu erstellen und den Quellcode fremder Programme nachzuvollziehen.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Aufbau und Funktionsweise moderner Computersysteme, Typische Bestandteile von Entwicklungsumgebungen, Kontroll- und Datenstrukturen von Programmiersprachen, Funktionen und Parameterübergabe einer Programmiersprache, Eigenständige Erstellung von Programm-Code		
<b>Literatur</b>		
Kofler, M.: Excel programmieren, Hanser, 2014		
Theis, Th.: Einstieg in VBA mit Excel, Galileo Verlag, 2010		
Schels, I.: Excel Praxisbuch - Zahlen kalkulieren, analysieren und präsentieren, Hanser, 2014		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
F. Schmidt	Vorlesung Datenverarbeitung (IBS/EE)	2
F. Schmidt, R. Olthoff	Labor Datenverarbeitung (IBS/EE)	2

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Energie- &amp; Umwelttechnik</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	3 (jedes Wintersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Allgemeine Chemie		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2,0 h oder mündliche Prüfung		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung		
<b>Modulverantwortlicher</b>	S. Steinigeweg		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden sollen mit den biologischen, chemischen und technischen Grundlagen der Umwelttechnik vertraut sein.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Allgemeine chemische, biologische und technische Grundlagen sowie Grundzüge der Umweltchemie (Boden, Wasser, Luft) sollen ebenso vermittelt werden wie eine Einführung in den technischen Umweltschutz (Luftreinhaltung, Bodensanierung, Wasser/Trinkwasser, Wasserkreislauf). Die Studierenden sollen die Bandbreite umwelttechnischer Fragestellungen zu erfassen lernen und Lösungsansätze entwickeln können.			
<b>Literatur</b>			
Bliefert, C.: Umweltchemie, Wiley-VCH, 2002 Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik, Vogel-Verlag, Wiley-VCH, 2006			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
Paul, W.	Grundlagen der Umwelttechnik		4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Energy efficiency and energy management</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	3 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	M. Hanfeld	
<b>Qualifikationsziele</b>	The students are capable to identify and estimate the potential for reducing the energy consumption of different applications and processes by technical means. They are familiar with the main economic and regulatory frame conditions affecting the application of energy efficiency measures. They are able to apply the DIN EN ISO 50001 norm for the design of energy efficient systems.	
<b>Lehrinhalte</b>	Global energy demand, energy efficiency technologies for different applications (lighting, space heating, transportation and mobility, industrial processes), cogeneration, market barriers to energy efficiency, energy efficiency policies and regulations, energy management after DIN EN ISO 50001, economic aspects, energy data management.	
<b>Literatur</b>	Wosnitza, F. and Hilgers, H.G.: Energieeffizienz und Energiemanagement, Springer, 2012. Yang, M. and Yu, X.: Energy Efficiency, Springer, 2015.	
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
N.N.	Energy efficiency and energy management	2
N.N.	Project energy efficiency and energy management	2

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Messtechnik</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	3 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BMD, BMDPV, BEE	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Labor	
<b>Modulverantwortlicher</b>	A. Haja	
<b>Qualifikationsziele</b> Verstehen des internationalen Einheitensystems und Erkennen von dessen Bedeutung für die Messtechnik. Klassifizieren von Signalarten und Beschreiben geeigneter Kenngrößen. Verstehen des Wandlungsvorgangs von analogen Signalen in digitale. Kennen unterschiedlicher Messmethoden und Vertrautsein mit der Betrachtung sowie Quantifizierung von Messfehlern. Messen von Grundgrößen der Elektrotechnik (Strom, Spannung, Leistung, Widerstand, Kapazität, Induktivität). Wissen um den Begriff der "Messkette" und Verstehen der Prinzipien einiger ausgewählter Sensoren.		
<b>Lehrinhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI-Einheitensystem und Grundbegriffe der Messtechnik</li> <li>• Klassifizierung, Wandlung und Modulation von Signalen</li> <li>• Messmethoden und Messeinrichtungen</li> <li>• Fehlerbetrachtung und Fehlerrechnung</li> <li>• Messung elektrischer Grundgrößen</li> <li>• Aufbau einer Messkette mit ausgewählten Sensoren</li> </ul>		
<b>Literatur</b> Parthier, R.: "Messtechnik", Vieweg 2008 Weichert, N. / Wülker, M.: "Messtechnik und Messdatenerfassung", Oldenbourg 2010		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
J. Kirchhof, M. Lünemann	Vorlesung Messtechnik	3
H. Bender, M. Lünemann	Labor Messtechnik	1



<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Nachhaltigkeit chemischer Prozesse</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	3 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2 h oder mündliche Prüfung	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	M. Rüsç gen. Klaas	
<b>Qualifikationsziele</b> Vermittlung detaillierter Kenntnisse zur Beurteilung der Nachhaltigkeit bei Entwicklung und Betrieb chemisch-technischer Prozesse.		
<b>Lehrinhalte</b> Wirtschaftliche Bedeutung der industriellen Chemie Fließbilder, Stoff- und Energiebilanzen, Bedeutung katalytischer Prozesse Ausgewählte Prozesse der Industriellen Anorganischen bzw. Organischen Chemie		
<b>Literatur</b> H.-J. Arpe: Industrielle Organische Chemie - Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte, Wiley-VCH, Weinheim J. Hoinkis und E. Lindner: Chemie für Ingenieure, Wiley-VCH, Weinheim		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
M. Rüsç gen. Klaas	Vorlesung "Nachhaltigkeit chemischer Prozesse"	3
M. Rüsç gen. Klaas	Übung "Nachhaltigkeit chemischer Prozesse"	1

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Nachwachsende Rohstoffe SES</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	3 (jedes Wintersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	70 h Kontaktzeit + 80 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>			
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Praktikum		
<b>Modulverantwortlicher</b>	M. Rüsç gen. Klaas		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden kennen wichtige Industriepflanzen als Lieferanten nachwachsender Rohstoffe, Aufbau und chemische Zusammensetzung der Rohstoffe wie z.B. Stärke, Cellulose, Öle und Fette. Sie haben Kenntnis über wichtige Einsatzfelder nachwachsender Rohstoffe in der stofflichen und energetischen Nutzung.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über das Thema "Nachwachsende Rohstoffe". Vorgestellt werden eine Vielzahl von Ölpflanzen, Stärke-/Zuckerpflanzen, Eiweißpflanzen, Faserpflanzen, die daraus gewonnenen Rohstoffe und deren chemische Zusammensetzung, aktuelle und optionale Nutzung (Biokunststoffe, Biodiesel, BTL etc.).			
<b>Literatur</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>	
M. Rüsç gen. Klaas	Vorlesung Nachwachsende Rohstoffe	2	
M. Rüsç gen. Klaas	Praktikum Nachwachsende Rohstoffe	2	

Modulbezeichnung	Betriebswirtschaftslehre	
Semester (Häufigkeit)	4 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	keine	
Empf. Voraussetzungen	keine	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Übungen, Unternehmensplanspiel	
Modulverantwortlicher	N.N.	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden betriebswirtschaftlichen Prozesse zu bewerten und zu analysieren. Die Studierenden können einen Auftrag kalkulieren und die Betriebsergebnisse hinterfragen.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Grundlagen der Betriebsorganisation, Rechtsformen von Unternehmen, Organisation von Produktionsunternehmen, Unternehmensführung, betriebswirtschaftliche Kennzahlen; Aufbauorganisation, Ablauforganisation, prozessorientierte Organisation, Projektorganisation Leistungsbereiche in Unternehmen (Auftragsabwicklung, Produktionsplanung und -steuerung, Materialwirtschaft, Marketing, Führungsaufgaben) Kostenartenrechnung; Kostenstellenrechnung, Kostenträgerrechnung (Vollkostenrechnung) Teilkostenrechnungen (Deckungsbeitragsrechnung, Gewinnschwellenanalyse, Produktionsprogrammoptimierung bei Engpässen) Grundlagen der statischen Investitionsrechnung		
<b>Literatur</b>		
Vorlesungsskripte		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
N.N.	Vorlesung Betriebswirtschaftslehre	4

Modulbezeichnung	Regelungstechnik	
Semester (Häufigkeit)	4 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen	Mathematik 2	
Verwendbarkeit	BSES, BMD, BMDPV	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Labor	
Modulverantwortlicher	R. Götting	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierende verstehen die grundlegenden Prinzipien von Steuerungen und Regelungen, beherrschen die Modellierung einfacher Systeme und können die Eigenschaften dieser Systeme beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage, mit Übertragungsfunktionen umzugehen. Sie können einfache Regelsysteme entwerfen, deren Stabilität beurteilen und den Entwurf optimieren.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Grundlegende Prinzipien der Regelungstechnik, mathematische Beschreibung durch Differentialgleichungen und Übertragungsfunktionen, Laplacetransformation, Bode-, Nyquist-, Pol-Nullstellendiagramme, Modellierung und Simulation dynamischer System, Stabilität, Entwurf linearer Regler im Frequenzbereich, Entwurf linearer Regler durch Polvorgabe, Realisierung durch digitale Regler, Modellierung, Identifizierung und Entwurf mit dem Werkzeug MATLAB/Simulink, Implementation von Regelungen anhand des Quanser QUBE2.		
<b>Literatur</b>		
Horn, M., Dourdoumas, N.: Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004. Lutz, H., Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik, Europa-Lehrmittel, 2014. Schulz, G. und Graf, K.: Regelungstechnik 1: Lineare und nichtlineare Regelung, Rechnergestützter Reglerentwurf, De Gruyter Oldenbourg, 2014.		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
R. Götting	Vorlesung Regelungstechnik	3
R. Götting, A. Dietzel	Labor Regelungstechnik	1

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Solar energy</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	4 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Thermo- und Fluidodynamik, Elektrotechnik	
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung oder Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraез	
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>The students understand the physical and working principles of solar thermal as well as photovoltaic energy systems. They are capable to select and size the components required for the mentioned types of technologies. They are in a position to assess the performance and potential of those renewable energy systems. They are also able to design efficient hybrid energy systems combining different technologies and energy sources.</p>	
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Solar resource, thermal and electrical energy demand, components of solar thermal and photovoltaics systems, physics of solar energy utilization, performance analysis, efficiency of solar collectors and photovoltaic cells, design and sizing of solar thermal and photovoltaic systems, combination of solar energy systems with heat pumps.</p>	
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eicker, U.: <i>Energy Efficient Buildings with Solar and Geothermal Resources</i>, Wiley, 2014.</li> <li>• Arno Smets, Klaus Jager, Olindo Isabella. <i>Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems</i>, UIT Cambridge LTD, 2016</li> </ul>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herraез	Solar thermal energy	2
I. Herraез	Photovoltaics	2

Modulbezeichnung	Strömungsmaschinen	
Semester (Häufigkeit)	4 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach Vertiefung Anlagentechnik	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BMD, BMDPV, BEE	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Praktikum	
Modulverantwortlicher	C. Jakiel	
<b>Qualifikationsziele</b> In diesem Kurs lernen die Teilnehmer*innen die vielfältigen Strömungsmaschinen und ihre breiten Anwendungsmöglichkeiten (heute und in der Zukunft) in den Bereichen Energiesysteme, Anlagentechnik und Mobilität kennen. Ein Ziel der Veranstaltung ist das Verständnis der inneren Funktion der Strömungsmaschinen und der sich daraus ergebenden Grundsätze für das Betriebsverhalten dieser Maschinenklasse. Dazu können die Studierenden für gegebene Anforderungen einen geeigneten Maschinentyp auswählen und die Maschine mit ihren Hauptdaten auslegen. Für gegebene Maschinen können die Hauptbetriebsdaten und die Effizienz der Energieumsetzung ermittelt werden. Ausgehend von Aufbau und Designmerkmalen ausgewählter Maschinentypen können die Studierenden außerdem geeignete Methoden zur Einstellung gewünschter Betriebsparameter auswählen und die Einsatzgrenzen dieser Maschinen feststellen.		
<b>Lehrinhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung und Spezialisierung thermodynamischer und strömungsmechanischer Grundlagen</li> <li>• Leistung und Wirkungsgrade</li> <li>• Energieumsetzung in der Stufe; Hauptgleichung für Strömungsmaschinen; Geschwindigkeitsdreiecke</li> <li>• Kennzahlen</li> <li>• Dimensionierung und Nachrechnung</li> <li>• Betriebsverhalten, Kennfelder, Einsatzgrenzen</li> <li>• Anwendungsfelder, Aufbau und charakteristische Merkmale relevanter Maschinentypen (z. B. Pumpen, Kompressoren, Dampfturbinen, Gasturbinen/Flugtriebwerke)</li> </ul>		
<b>Literatur</b> Bohl, W. / Elmendorf, W.: Strömungsmaschinen 1 - Aufbau und Wirkungsweise, 11. Auflage, Würzburg: Vogel Verlag, 2012. Siegloch, H.: Strömungsmaschinen - Grundlagen und Anwendungen, 5. Auflage, München: Carl Hanser Verlag, 2021.		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
C. Jakiel	Vorlesung Strömungsmaschinen	3
C. Jakiel, S. Setz	Labor Strömungsmaschinen	1

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Thermische Verfahrenstechnik SES</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	4 (jedes Sommersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	7 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	90 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Mathematik I + II		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 2,0 h		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung		
<b>Modulverantwortlicher</b>	G. Illing		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden beherrschen die thermischen Grundoperationen (Trenntechnik, Trocknung, Wärmeübertragung). Sie kennen die einzelnen Apparate und können diese thermodynamisch und fluiddynamisch auslegen.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Thermodynamische Grundlagen dienen zur Beschreibung realer Phasengleichgewichte und deren Anwendung zur Auslegung der Rektifikation und Extraktion. Das McCabe-Thiele Verfahren wird zur Auslegung ebenso herangezogen wie exemplarische empirische Modelle zur fluiddynamischen Auslegung von Packungs- und Bodenkolonnen. Der Trocknungsprozess wird am Mollier-Diagramm verdeutlicht und die verschiedenen Trockner werden ausgelegt. Es werden die typischen Wärmeübertrager diskutiert und ausgelegt.			
<b>Literatur</b>			
Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer, 2007 Strohmann, G.: Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse, Oldenbourg, 2002			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
S. Steinigeweg	Thermische Verfahrenstechnik 1		2
G. Illing	Thermische Verfahrenstechnik 2		2
S. Steinigeweg, G. Illing	Übung Thermische Verfahrenstechnik		2
G. Illing, W. Paul	Praktikum Thermische Verfahrenstechnik		2

Modulbezeichnung		Thermische Verfahrenstechnik für SES
Semester (Häufigkeit)	4 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	7 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	90 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	Mathematik I + II	
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2,0 h	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortlicher	G. Illing	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden beherrschen die thermischen Grundoperationen (Trenntechnik, Trocknung, Wärmeübertragung). Sie kennen die einzelnen Apparate und können diese thermodynamisch und fluiddynamisch auslegen.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Thermodynamische Grundlagen dienen zur Beschreibung realer Phasengleichgewichte und deren Anwendung zur Auslegung der Rektifikation und Extraktion. Das McCabe-Thiele Verfahren wird zur Auslegung ebenso herangezogen wie exemplarische empirische Modelle zur fluiddynamischen Auslegung von Packungs- und Bodenkolonnen. Der Trocknungsprozess wird am Mollier-Diagramm verdeutlicht und die verschiedenen Trockner werden ausgelegt. Es werden die typischen Wärmeübertrager diskutiert und ausgelegt.		
<b>Literatur</b>		
Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer, 2007 Strohmann, G.: Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse, Oldenbourg, 2002		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
S. Steinigeweg	Thermische Verfahrenstechnik 1	2
G. Illing	Thermische Verfahrenstechnik 2	2
S. Steinigeweg, G. Illing	Übung Thermische Verfahrenstechnik	2
G. Illing, W. Paul	Praktikum Thermische Verfahrenstechnik	2



<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Wind energy</b>	
<b>Modulbezeichnung (eng.)</b>	Wind energy	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	4 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Thermo- & Fluidodynamik	
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung oder Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez	
<b>Qualifikationsziele</b>		
The students are familiar with the physical principles governing the energy extraction from the wind. They can estimate the potential of a given site for wind energy applications. The students are capable to apply the most important design principles of rotor blades for optimum aerodynamic performance. They are also familiar with the main components of modern wind turbines and know the advantages and disadvantages of different types of drive train and electrical systems.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Physical principles, Betz-theory, 2D-Aerodynamics, 3D-Aerodynamics, blade design, drive train components, electrical components, efficiency, performance analysis.		
<b>Literatur</b>		
Hau, E.: Wind turbines, Springer, 2013. Gash, R. and Twele, J.: Wind power plants, Springer, 2012		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herraez	Wind turbines	2
I. Herraez	Laboratory Course Wind Energy	2

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Energy storage</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach Energieeffizienz, Sustainable Energy Systems, Vertiefung Umwelttechnik	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	70 h Kontaktzeit + 80 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Grundlagen der Physik und der Allgemeinen Chemie	
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Examination 1,5h and oral presentation or writing	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	G. Illing	
<b>Qualifikationsziele</b>		
The students get knowledge in the field of energy storage and energy conversion by means of fuel cells. They work independently on technical design options, specific applications and areas of use, used materials, etc., they also discuss storage and conversion systems, they describe and analyze them.		
<b>Lehrinhalte</b>		
The students get knowledge of energy storage, basically the storage of thermal, chemical, electrical and kinetic energy, as well as potential energy. They learn basics of fuel cell technology and fuel cell systems, PEFC, DMFC, AFC, SOFC, PAFC. Furthermore the fields of application of fuel cells, typical temperature ranges, catalysts, thermodynamics of the BZ, mobile and stationary versions, storage of hydrogen is lectured. The students understand the function of energy storage systems and fuel cell systems. Depending on the form and quantity of energy, they can select, evaluate, classify and combine useful storage systems.		
<b>Literatur</b>		
Rummich, E.: Energiespeicher, Grundlagen, Komponenten, Systeme und Anwendungen. expert Verlag, 2009 Zahoransky, R.A.: Energietechnik, Vieweg Verlag Kaltschmidt, M, Hartmann, H.: Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren, Springer, 2009		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
G. Illing	Energy storage	4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Energy systems simulation</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	10 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	120 h Kontaktzeit + 180 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Mathematik 1 und Mathematik 2	
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez	
<b>Qualifikationsziele</b>		
<p>The students understand the benefits and implicit limitations of modelling and simulation. They are familiar with the basic concepts behind a wide range of dynamic model types and they are aware of their respective advantages and disadvantages. The students know the most important scientific methods for model development and simulation. They are in a position to implement simple models in Matlab/Octave, run simulations with them as well as to critically analyse the results. They can produce graphical representations of numerical results and assess the uncertainty of the simulations.</p> <p>In addition, on a super system level, they can model, simulate and analyze a local energy system with its producers (fluctuating and non-fluctuating), consumers and prosumers.</p>		
<b>Lehrinhalte</b>		
<p>Concept of system, basics of system dynamics, types of models, modelling methods, fundamentals of programming, programming in Matlab/Octave, control statements, plotting graphs, numerical solving of mathematical models, modelling and simulating with Anylogic ©.</p>		
<b>Literatur</b>		
<p>Quarteroni, A.: Scientific computing with Matlab and Octave, Springer, 2010.  Grigoryev , Ilya: AnyLogic 7 in Three Days: A quick Course in Simulation Modelling, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herráez	Introduction to modelling and simulation	4
A. Pechmann	Simulation of energy systems	4

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Programmieren 1</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5 (jedes Wintersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach BaBTBI, BaCTUT, Wahlpflichtmodul SES		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	90 h Kontaktzeit + 60 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>			
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BBTBI, BCTUT		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung plus Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Praktikum		
<b>Modulverantwortlicher</b>	T. Schmidt		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe der objektorientierten, imperativen Softwareentwicklung und können eigene einfache Programme erstellen und erläutern. Sie können sich einfache fremde Programme erarbeiten und verstehen. Sie kennen die wichtigsten Programmierrichtlinien und wenden sie in eigenen Programmen an.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Elemente der Programmiersprache Java: Literale, Variablen, Datentypen, Ausdrücke und Operatoren, Kontrollstrukturen, Rekursion, Parameterübergabe, Rückgabewerte. Objektorientierte Programmierung: Klassen und Objekte, Methoden, Konstruktoren; Vererbung, Polymorphismus; Ausnahmebehandlung; Ausgewählte Klassen; Dokumentation und Layout von Programmen; Refactoring; Interfaces; Im Praktikum ist Anwesenheitspflicht.			
<b>Literatur</b>			
Ratz, D.: Grundkurs Programmieren in JAVA 8, Carl Hanser Verlag, 2014. Schiedermeier, R.: Programmieren mit Java. Pearson Education, 2004. Krüger, G., Stark, T.: Handbuch der Java-Programmierung, Addison-Wesley, 2009.			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
T. Schmidt	Programmieren 1		2
T. Schmidt	Programmieren 1 Praktikum		2

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Softskills 2</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5-6 (Beginn jedes Wintersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	2 (2 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach BaCTUT, Wahlpflichtmodul BaSES		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 60 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>			
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Physikalische Chemie I, II, III, Mathematik I, II, III		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminar		
<b>Modulverantwortlicher</b>	S. Steinigeweg		
<b>Qualifikationsziele</b> Erlernen der Methodik des selbstständigen wissenschaftlichen Arbeitens			
<b>Lehrinhalte</b> Aktuelle Projektarbeit aus den Bereichen Chemie- und Umwelttechnik			
<b>Literatur</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
S. Steinigeweg	Projekt Softskills II		2

Modulbezeichnung	Spektroskopie
Semester (Häufigkeit)	5-6 (Beginn jedes Wintersemester)
ECTS-Punkte (Dauer)	3 (2 Semester)
Art	Pflichtfach für CT, Wahlpflichtmodul für UT, BT, SES
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 60 h Selbststudium
Voraussetzungen (laut BPO)	
Empf. Voraussetzungen	Physikalische Chemie, Thermodynamik, Thermodynamik der Gemische, Mathematik I - III
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT, BBTBI
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2 h oder mündliche Prüfung
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung
Modulverantwortlicher	M. Sohn

#### Qualifikationsziele

In der IR-Spektroskopie erlernen die Studierenden die Grundlagen von Rotation und Schwingung in der klassischen Physik inklusive ihrer quantenmechanischen Erweiterungen zur Anwendungen in der FTIR-Spektroskopie. Sie lernen Entstehung, Aussehen und Interpretation von Flüssigphasen-, Gasphasen-Rotations- und Gasphasen-Rotationsschwingungsspektren. Sie lernen den Aufbau eines FTIR-Spektrometers sowie fortgeschrittene Methoden wie abgeschwächte Totalreflexion (ATR), diffuse Reflexion (DRIFT), Absorptions-Reflexions-Spektroskopie (IRRAS) kennen.

Die Studierenden lernen die physikalisch-chemischen Grundlagen moderner bildgebender Verfahren wie der Lichtmikroskopie, der Elektronen- und Sondenmikroskopie (Rasterlektronenmikroskopie (REM) und Rasterkraftmikroskopie (AFM)) sowie der Spektroskopie, insbesondere der FTIR-Spektroskopie, kennen. Bei der Lichtmikroskopie lernen die Studierenden die verschiedenen Mikroskop-Typen (Auflicht/Durchlicht), -Bauweisen (aufrecht/invers, stereo) und -Klassen (von Feld bis Forschung) kennen. Sie erlernen den Gesamtaufbau eines Mikroskops sowie die einzelnen Komponenten mit ihrer Bauweise und Funktion. Sie können den Strahlengang und die Bilderzeugung mit dem ihr zugrunde liegenden Prinzip beschreiben, insbesondere für die verschiedenen Kontrastverfahren Hellfeld, Dunkelfeld, Phasenkontrast, Polarisations, Differentieller Interferenzkontrast (DIC)) und Fluoreszenz. Sie verstehen Auflösung und Kontrast. Die Studierenden lernen den Aufbau eines IR-Mikroskops und die Durchführung von Messungen damit kennen. Gleiches gilt für das Rasterlektronen- (REM) und das Rasterkraftmikroskop (AFM). Bei AFM lernen sie die verschiedenen Modi (Kontakt, dynamisch/Tapping, Phase Imaging, MFM, EFM, etc) zu unterscheiden und ihre Vor- und Nachteile sowie ihre Anwendungsgebiete zu beschreiben. Die Studierenden erlernen die Erstellung und Interpretation von Kraftkurven sowie Force Mapping.

#### Lehrinhalte

Grundlagen von Schwingung und Rotation, Entstehung und Interpretation der Gasphasen- und Flüssigkeitsspektren. Berechnung von Energieniveaus und Anregungsenergie sowie enthaltenen Größen. Moderne Methoden der IR-Spektroskopie wie Abgeschwächte Totalreflexion (ATR), diffuse Reflexion (DRIFT), Reflexions-Absorptionsspektroskopie (IRRAS). Physikalisch chemische Grundlagen zur Lichtmikroskopie, Rasterlektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, IR-Mikroskopie und IR-Spektroskopie. Aufbau der Geräte und Durchführung der Messungen mit ihnen.

#### Literatur

P. W. Atkins, J. de Paula, Physikalische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim  
G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, Weinheim

#### Lehrveranstaltungen

Dozent	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
M. Sohn	Vorlesung Spektroskopie	2

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Sustainable Production</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5 (jedes Wintersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach Sustainable Energy Systems (SES)		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>			
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Einführung in die Nachhaltigkeit Energy efficiency and energy management		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5 h oder Hausarbeit (schriftliche Dokumentation und mündliche Präsentation)		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Inverted Classroom, Übungen, Planspiel		
<b>Modulverantwortlicher</b>	A. Pechmann		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Ansätze von Produktionssystemen (Systeme zur Produktion von Gütern) und können diese in Bezug zu grundlegenden Ansätzen und Methoden der Nachhaltigkeit setzen. Sie verstehen die Abläufe in exemplarischen Produktionssystemen und die Anforderungen, die sich aus dem Anspruch ergeben, eine Produktion nach den Regeln der Nachhaltigkeit zu führen bzw. dorthin zu entwickeln. Die Studierenden können ein exemplarisches Standard-Softwaresystem für die Produktion (z.B. ERP-Systeme) anwenden und kritisch in Bezug auf ein nachhaltiges Produktionsmanagement bewerten.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Produktionssysteme und ihre Planung und Steuerung, ERP-Systeme mit Fokus auf Produktionsrelevante Module, Cash-to-Cash-Zyklus in einem Produktionsunternehmen, Anforderungen an eine nachhaltige Produktion und Entwicklungsmöglichkeiten dortin, Anforderungen an eine CO2-neutrale (einstufige) Produktion			
<b>Literatur</b>			
Steven Chapman: Fundamentals of Production Planning and Control, 2006, Pearson Pierre-Majorique Leger et al: Participant's Guide 2021-2022 Edition Manufacturing Game, ERPsim Lab HEC Montreal Teaching Material SAP UCC Magdeburg SAP S/4 HANA Module Navigation, SD, MM, PP DIN EN ISO 14040:2009-11 Life Cycle Assessment (LCA) - Principles and framework			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
A. Pechmann	Vorlesung Nachhaltige Produktion		4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Technical project</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5 (jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	0 h Kontaktzeit + 150 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden können Ihr erworbenes Wissen anwenden und selbstständig eine technische Fragestellung erarbeiten. Sie können die Aufgabe strukturieren und im Kontext der technischen Grundlagen bearbeiten. Sie können technische Sachverhalte in Form von Bericht und Präsentation darstellen.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Weitgehend selbstständige Bearbeitung einer technischen Aufgabenstellung mit Bezug auf die Themen Energie und Nachhaltigkeit, z.B. aus den Gebieten Konstruktion, Experiment, Simulation, Materialprüfung, Analytik, usw. Kritische Beurteilung eigener Ergebnisse, Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen.		
<b>Literatur</b>		
Bekanntgabe erfolgt themenspezifisch		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
Professoren/Dozenten SES	Technical project	4



<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Umwelttechnik Praktikum</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5-6 (Beginn jedes Wintersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (2 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach Vertiefung Umwelttechnik, Wahlpflichtmodul BaBTBI, BaSES	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT, BBTBI	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Praktikum	
<b>Modulverantwortlicher</b>	S. Steinigeweg	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden sollen im Rahmen einer praktischen Fragestellung Elemente der angewandten Umwelttechnik erlernen. Sie sind in der Lage eine reale energie- und umwelttechnische Aufgabenstellung methodisch korrekt und systematisch zu lösen.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Im Rahmen eines Projekts, das in kleinen Gruppen von Studierenden durchgeführt wird, erlernen die Studierenden, die konkrete Umsetzung der modellbasierten Optimierung umwelttechnischer und energietechnischer Prozesse oder Fragestellungen der Umweltanalytik selbstständig zu lösen. Aktuelle Entwicklungen können dabei aufgegriffen werden. Eine Mitwirkung in Forschungsprojekten und Einbindung in Master-Arbeiten ist erwünscht.		
<b>Literatur</b>		
Bliefert, C.: Umweltchemie, Wiley-VCH, 2002		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
R. Habermann	Abwassertechnik Praktikum	2
W. Paul, S. Steinigeweg	Prozessmodellierung & Energieoptimierung Praktikum	2

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Umweltverfahrenstechnik</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	5 (jedes Wintersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	7 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	90 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Grundlagen der Energie- und Umwelttechnik		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Praktikum		
<b>Modulverantwortlicher</b>	S. Steinigeweg		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden sollen Grundlagen des Betriebs und der Auslegung umwelttechnischer Verfahren in den Bereichen Abwasser und Abluft beherrschen. Die chemischen, physikalischen und biologischen Grundlagen sind bekannt und können für den technischen Prozess angewendet werden.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Die Studierenden lernen Abwasser (industriell und kommunal) kennen. Die mechanische Abwasserbehandlung (Filtration, Sedimentation, Flotation), die biologische Behandlung sowie Klärtechnik werden besprochen. Wichtige Aspekte der Abwasseranalytik werden behandelt und der Betrieb und die Bauweise von Abwasserbehandlungsanlagen wird besprochen. Die Reinigung von Abluftströmen mittels Staubabtrennung, Absorption & Adsorption, Schadstoffzerstörung und -abbau, Rauchgasentschwefelung sowie CO <sub>2</sub> -Abtrennung und -Speicherung werden besprochen. Technische Apparate werden ausgelegt und der rechtliche Rahmen (BlmSchG) besprochen.			
<b>Literatur</b>			
Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik, Vogel-Verlag, Wiley-VCH, 2006			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>	
R. Habermann	Abwasserbehandlung	2	
S. Steinigeweg	Ablufttechnik	2	
W. Paul	Prozessmodellierung & Energieoptimierung Projekt	2	

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Energy Process Technology</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	6 (jedes Sommersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Grundlagen der Energie- & Umweltverfahrenstechnik		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Projekt		
<b>Modulverantwortlicher</b>	S. Steinigeweg		
<b>Qualifikationsziele</b>			
The students are able to model a given energy-relevant process, to optimize it energetically and to evaluate it under environment aspects.			
<b>Lehrinhalte</b>			
A real process taken from current literature is designed by the students within the project using a commercial process simulator. The thermodynamic, chemical and biological aspects should be adequately mapped. The model should be used for process optimization. A pinch analysis of the process is to be done and the heat exchanger network is to be realized. The process should be evaluated under economic as well as ecological aspects.			
<b>Literatur</b>			
Seider, W.D. et al: Process Design Principles, John Wiley, 2010 Kemp, I.C.: Pinch Analysis and Process Integration, Elsevier, 2007			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
W. Paul	Energieverfahrenstechnik		4

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Energy and Environment</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	6 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	6 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach Vertiefung Umwelttechnik	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	75 h Kontaktzeit + 105 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Allgemeine Chemie	
<b>Empf. Voraussetzungen</b>	Grundlagen der Umwelttechnik	
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	S. Steinigeweg	
<b>Qualifikationsziele</b>		
The students have dealt with the modeling of chemical and environmental processes. They have used process simulators. They can apply the pinch method and can depict sustainable energy supply chains.		
<b>Lehrinhalte</b>		
The students learn about the structure and operation of commercial process simulators. They can use them for process development and optimization. The pinch method is used for the development of heat exchanger networks. Energy supply chains are considered under sustainable aspects. An ecological dimension is added to the economic dimension. An environmental assessment is discussed. There are discussed chains based on regenerative and non-regenerative primary energy sources.		
<b>Literatur</b>		
Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik, Vogel-Verlag, Wiley-VCH, 2006 Kemp, I.C.: Pinch Analysis and Process Integration, Elsevier, 2007 Watter, H.: Nachhaltige Energiesysteme, Vieweg-Teubner, 2009		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
S. Steinigeweg, W. Paul	Prozessmodellierung und Energieoptimierung	3
W. Paul	Nachhaltige Energiebereitstellung	2

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Petrochemische Prozesse</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	6 (jedes Sommersemester)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Pflichtfach für CT, Wahlpflichtmodul SES	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	45 h Kontaktzeit + 105 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1h und Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung, Praktikum	
<b>Modulverantwortlicher</b>	J. Hüppmeier	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden kennen die Methoden der Aufarbeitung fossiler Rohstoffe und deren Verwendung als Energieträger und Rohstoff für die chemische Industrie. Sie können die wesentlichen Prozesse in der Erdölverarbeitung wie Destillation, Cracken, Coking und Reformierung beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, fossile Energieträger wie z.B. Erdöl nach ökonomischen, ökologischen und energiepolitischen Aspekten einzuordnen und zu bewerten.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Förderung und Aufarbeitung von Erdöl und Erdgas, Raffinerieprozesse wie Destillation, Reformierung, Hydrierung, therm./kat. Cracken, Isomerisierung u.a., Produktspezifikationen, übergreifende Anlagenoptimierung, Umwelt- und Sicherheitsaspekte in der Raffinerie, Alternativen zur Petrochemie.		
<b>Literatur</b>		
B. Riediger, Die Verarbeitung des Erdöls, Springer 1971		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
J. Hüppmeier	Petrochemische Prozesse (Vorlesung)	2
J. Hüppmeier	Petrochemische Prozesse (Praktikum)	1

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Sustainable energy project</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	6 (jedes Sommersemester)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	8 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Pflichtfach		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	0 h Kontaktzeit + 240 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>			
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation, Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Studentische Arbeit		
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden sollen vertiefende inhaltliche Kenntnisse aus einem Themengebiet der nachhaltigen Energiesysteme gewinnen. Dies kann anhand eines Praxisfalles, der in Gruppen und mit Hilfe eines professionellen Projektmanagements erarbeitet werden soll, geschehen.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Die Studierenden sollen in kleinen Gruppen eine Aufgabenstellung aus dem Bereich der nachhaltigen Energiesystemen bearbeiten und dadurch weitergehende fachliche Kenntnisse in Fächern ihrer Vertiefung erlangen. Die Studierenden können Projektmanagement-Methoden für die Bearbeitung der ausgewählten Projekte im Projektteam anwenden um damit etwaige Probleme und Konflikte in der Projektarbeit lösen zu lernen.			
<b>Literatur</b>			
Gibt der Dozent themenspezifisch vor.			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>	
Professoren Dozenten SES	Sustainable energy project	8	

Modulbezeichnung		Thermal Power Plants	
Semester (Häufigkeit)	6 (jedes Sommersemester)		
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)		
Art	Pflichtfach		
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium		
Voraussetzungen (laut BPO)			
Empf. Voraussetzungen			
Verwendbarkeit	BSES		
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation		
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung		
Modulverantwortlicher	C. Jakiel		
<b>Qualifikationsziele</b>			
During this lecture students learn about different types of thermal power plants and their functions. This includes knowledge of different primary heat sources and heat engines. And they should be able to choose the heat engine suitable to the available heat source. Students should be able to classify and evaluate the power plants regarding efficiency, emissions and power density. They can describe, analyze and compare the different steps of energy conversion from primary to electric energy in thermal power plants.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Structure, function and operating behavior of thermal power plants for conventional (coal, oil, natural gas, nuclear) and renewable (solar, geothermal, biomass, (process) waste heat) heat energy sources, including sector coupling. Global energy resources. Energy conversion processes, including losses and efficiency definitions.			
<b>Literatur</b>			
D. K. Sarkar, Thermal Power Plant - Design and Operation. Amsterdam: Elsevier, 2015. R. Zahoransky, Ed., Energietechnik - Systeme zur konventionellen und erneuerbaren Energieumwandlung, 8th ed.. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019.			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
C. Jakiel	Thermal Power Plants		4

## 2.2 Wahlpflichtmodule

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Laboratory Course Solar Energy</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	WPM (nach Bedarf)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	2 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Wahlpflichtmodul für BaSES und BaCTUT	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Solar Energy	
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez	
<b>Qualifikationsziele</b>		
<p>The students apply the theoretical concepts learnt in the lectures “Solar Thermal Energy“ and “Photovoltaics“ for performing small scale solar energy experiments. They broaden their understanding of the physical principles of the solar energy utilization and expand their abilities for performing experimental work. They are capable to evaluate and analyze measurement results from photovoltaics modules as well as from solar thermal collectors and extract conclusions about their operation. They deepen their knowledge about the parameters affecting the performance of both solar thermal and photovoltaic systems. In addition, they improve their social and intercultural competences by working in teams in an international environment.</p>		
<b>Lehrinhalte</b>		
<p>Characteristics of solar irradiation, one-diode model of solar cells, corrections of one-diode model, maximum power point, fill factor, effect of illuminance, influence of temperature, connection of solar cells, parasitic resistances, optical efficiency of solar collectors, thermal losses.</p>		
<b>Literatur</b>		
<p>Eicker, U.: Energy Efficient Buildings with Solar and Geothermal Resources, Wiley, 2014.          Arno Smets, Klaus Jager, Olindo Isabella. Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems, UIT Cambridge LTD, 2016</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herraez	Laboratory Course Solar Energy	2



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Laboratory Course Wind Energy</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	WPM (nach Bedarf)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	2 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Wahlpflichtmodul für BaSES, BaCTUT und BaMD		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	Wind energy		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT, BMD		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung		
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez		
<b>Qualifikationsziele</b>			
<p>The students apply the theoretical concepts learnt in the lecture "Wind Turbines" for performing small scale experiments on wind tunnels and drive trains of wind turbines. They broaden their understanding of the physical principles of the wind energy utilization and expand their abilities for performing experimental work. They are capable to evaluate and analyze measurement results from wind turbines and extract conclusions about their operation. They deepen their knowledge about the blade aerodynamic design as well as the transmission system of wind turbines. In addition, they improve their social and intercultural competences by working in teams in an international environment.</p>			
<b>Lehrinhalte</b>			
<p>Blade aerodynamic design and influence of different factors like e.g. pitch angle, airfoil shape, blade shape, yaw missalignment, tip speed ratio on the aerodynamic performance of wind turbines. Drive train mechanical design and influence of different parameters on its efficiency.</p>			
<b>Literatur</b>			
<p>Gasch/Twele; Windkraftanlagen: Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb; 9. Auflage, Springer Vieweg, 2016  Hau, E.; Windkraftanlagen; 6. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, 2017</p>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
I. Herraez	Laboratory Course Wind Energy		2

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Polymere</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	WPM (nach Bedarf)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	2 (2 Semester)	
<b>Art</b>	Wahlpflichtmodul nur BaUT, BaBT, BaEE	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>		
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT, BBTBI, BEE	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Prüfung (20 min)	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung	
<b>Modulverantwortlicher</b>	M. Rüsç gen. Klaas	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden kennen die wichtigsten synthetischen Polymere, die Reaktionen zu ihrer Herstellung, die Technologie ihrer Verarbeitung, ihre Anwendungsfelder sowie die Methoden der Polymeranalytik.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über das Thema "Polymere". Vorgestellt wird zunächst die Chemie und Technologie ihrer Herstellung. Behandelt werden die wichtigsten Polymere PE, PP, PS, PVC, PUs, Polyester, Polyamide und Polyurethane, ihre Eigenschaften und ihre Verwendung sowie die wichtigsten Methoden der Polymeranalytik.		
<b>Literatur</b>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
M. Rüsç gen. Klaas	Vorlesung Polymere	2

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Projekt Wind Challenge</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	WPM (nach Bedarf)	
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	2 (1 Semester)	
<b>Art</b>	Wahlpflichtmodul	
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium	
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>	keine	
<b>Empf. Voraussetzungen</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BMD, BMDPV, BEE	
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminar, Praktikum, studentische Arbeit	
<b>Modulverantwortlicher</b>	I. Herraez	
<b>Qualifikationsziele</b>		
Die Studierenden sollen die Inhalte der Fachvorlesungen in einem konkreten Beispiel anwenden können und Grundlagenwissen der Windenergietechnik kennen. Sie sollen Teilaufgaben selbständig bearbeiten, Probleme und Lösungen in einem multidisziplinären Team zur Diskussion stellen, sowie Lösungen umsetzen und dokumentieren können.		
<b>Lehrinhalte</b>		
Praktische Anwendung der Grundlagen aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Projektmanagement. Eine kleine Windkraftanlage soll in Gruppen ausgelegt und hergestellt werden. Wöchentlich finden Teamgespräche statt, in denen die Teammitglieder über ihre Teilaufgaben referieren. Über den gesamten Prozess ist ein Projektbericht oder eine Projektpräsentation zu verfassen.		
<b>Literatur</b>		
Wood, D.: Small Wind Turbines: Analysis, Design and Application, Springer, 2011		
<b>Lehrveranstaltungen</b>		
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>	<b>SWS</b>
I. Herraez	Projekt Wind Challenge	2

Modulbezeichnung		Strömungsmaschinen - Design und Simulation	
Semester (Häufigkeit)	5 (nach Bedarf)		
ECTS-Punkte (Dauer)	3 (1 Semester)		
Art	Wahlpflichtmodul		
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 60 h Selbststudium		
Voraussetzungen (laut BPO)			
Empf. Voraussetzungen	Strömungsmaschinen		
Verwendbarkeit	BSES, BMD, BMDPV, BEE, BIBS		
Prüfungsform und -dauer	Projektarbeit, Hausarbeit oder Klausur 2h		
Lehr- und Lernmethoden	Seminar		
Modulverantwortlicher	C. Jakiel		
<b>Qualifikationsziele</b>			
<p>Die Studierenden sind in der Lage, das aero-thermodynamische bzw. hydraulische "Preliminary Design" einer einstufigen Turbomaschine (Pumpe, Verdichter oder Turbine) beispielhaft selbst zu erarbeiten, basierend auf der Kenntnis der Stufengeometrie und dem Verständnis der relevanten Strömungseffekte und des Einflusses der wichtigsten Geometrieparameter und Randbedingungen auf die Performance. Darüber hinaus sind die Studierenden imstande, hierfür eine professionelle Design- und Simulationssoftware anzuwenden, d.h. Eingabegrößen und Randbedingungen zu definieren und Auslegungsergebnisse zu erzielen. Die Ergebnisse sollen verglichen und hinterfragt werden können.</p>			
<b>Lehrinhalte</b>			
<p>Entwicklungs- und Designprozesse;  Vertiefung der Themen Energiebilanz, Verlustarten, Kennzahlen;  Mehrdimensionale Strömungseffekte innerhalb der Schaufelgitter und anderer Komponenten, Einfluss der endlichen Schaufelzahl etc.;</p> <p>Durchführung eines Auslegungsprojekts für einen praktischen Anwendungsfall:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenspezifische Grundlagen zu Strömungseffekten, Design und Berechnung</li> <li>• Durchführung vereinfachter Auslegungsrechnungen;</li> <li>• Einsatz einer kommerziellen, turbomaschinenspezifischen Design- und Simulationssoftware für Auslegungs- und Performancerechnungen, Kennfeld-Simulationen etc. ;</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<p>Bohl, W.: Strömungsmaschinen 2: Berechnung und Konstruktion, 8. Auflage, Kamprath-Reihe, Vogel Verlag, Würzburg, 2013.  Pfleiderer, C.; Petermann, H.: Strömungsmaschinen, 7. Auflage, Springer, Berlin / Heidelberg / New York, 2005.  Sigloch, H: Strömungsmaschinen - Grundlagen und Anwendungen; Hanser, München, 2018.</p>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
C. Jakiel	Strömungsmaschinen - Design und Simulation		2

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Studienarbeiten in der Chemie- und Umwelttechnik</b>	
<b>Semester (Häufigkeit)</b>	WPM (nach Bedarf)		
<b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>	5 (1 Semester)		
<b>Art</b>	Wahlpflichtmodul		
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>	30 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium		
<b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>			
<b>Empf. Voraussetzungen</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	BSES, BCTUT		
<b>Prüfungsform und -dauer</b>	Studienarbeit/Experimentelle Arbeit mit Bericht		
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Studentische Projekte als Einzelarbeit oder in Gruppen auf dem Gebiet der Chemietechnik oder Umwelttechnik		
<b>Modulverantwortlicher</b>	R. Pfitzner		
<b>Qualifikationsziele</b>			
Die Studierenden erwerben vertiefte praktische Fähigkeiten auf dem Gebiet der Chemietechnik/Umwelttechnik.			
<b>Lehrinhalte</b>			
Die Studierenden sollen Experimente zur Klärung von Fragestellungen aus den Gebieten der Chemietechnik und Umwelttechnik durchführen. Die theoretischen Grundlagen sollen selbstständig nach Literaturrecherche erarbeitet werden.			
<b>Literatur</b>			
Die benötigte Literatur ergibt sich nach Recherche mit Chemfinder oder Web of science.			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Dozent</b>	<b>Titel der Lehrveranstaltung</b>		<b>SWS</b>
R. Pfitzner, Dozenten der CT und UT	Studienarbeiten im Schwerpunkt		2