



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE
EMDEN·LEER

Modulhandbuch Studiengang Bachelor Sustainable Energy Systems

(PO 2021)

Hochschule Emden/Leer
Fachbereich Technik
Abteilungen Maschinenbau und Naturwissenschaftliche Technik

(Stand: 23. Mai 2023)

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungen der Studiengänge des Fachbereichs Technik	3
2	Modulverzeichnis	3
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 Polymere	41
	WPM Projekt Wind Challenge Bachelor	42
	WPM Strömungsmaschinen - Design und Simulation	43
	WPM Studienarbeiten in der Chemie- und Umwelttechnik	44

1 Abkürzungen der Studiengänge des Fachbereichs Technik

Abteilung Elektrotechnik und Informatik

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

Abteilung Maschinenbau

BIBS	Bachelor Industrial and Business Systems
BMD	Bachelor Maschinenbau und Design
BMDPV	Bachelor Maschinenbau und Design im Praxisverbund
BNPM	Bachelor Nachhaltige Produktentwicklung im Maschinenbau
MBIDA	Master Business Intelligence and Data Analytics
MMB	Master Maschinenbau
MTM	Master Technical Management

Abteilung Naturwissenschaftliche Technik

BBTBI	Bachelor Biotechnologie/Bioinformatik
BCTUT	Bachelor Chemietechnik/Umwelttechnik
BEP	Bachelor Engineering Physics
BEPPV	Bachelor Engineering Physics im Praxisverbund
BSES	Bachelor Sustainable Energy Systems
MALS	Master Applied Life Sciences
MEP	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	
Modulverantwortliche(r)	W. Lindenthal	
Qualifikationsziele 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.		
Lehrinhalte 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. Komplextometrie. Komplextometrische Titrationen. Reduktion und Oxidation, Redoxreaktionen, elektrochemische Spannungsreihe, Redoxitrationen.		
Literatur Riedel, E.: Anorganische Chemie, de Gruyter, 2002. Nylen, P., Wigren, N., Joppien, G.: Einführung in die Stöchiometrie, Steinkopff, 1995. Jander, G., Blasius, E.: Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, Hirzel		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
W. Lindenthal	Vorlesung Allgemeine Chemie	4
W. Lindenthal	Praktikum Analytische Chemie EE	1

Modulbezeichnung	Einführung in die Nachhaltigkeit	
Modulbezeichnung (eng.)	Introduction to sustainability	
Semester (Häufigkeit)	1 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	4 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
Nachhaltigkeitsprinzipien, Systemdynamik, Gleichgewichtszustände, Energiesysteme, Grenzen des Wachstums, Brundland Bericht, Millenium-Entwicklungsziele, Weltenergievorräte und Ressourcenverknappung, globaler Energiebedarf, Nachhaltigkeitsindikatoren, Klimamodelle.		
Literatur		
Pufé, I.: Nachhaltigkeit, UTB, 2017. Rojey, A.: Energy and Climate, Wiley, 2009.		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
I. Herraez	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	
Modulverantwortliche(r)	J. Kirchhof	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
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		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
E. Held	Mathematik I	6
E. Held	Übungen zur Mathematik I	2

Modulbezeichnung	Sustainability Project	
Semester (Häufigkeit)	1 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Oral presentation and writing	
Lehr- und Lernmethoden	lecture and seminar	
Modulverantwortliche(r)	G. Illing	
Qualifikationsziele	<p>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.</p>	
Lehrinhalte	<p>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.</p>	
Literatur	<p>Bekanntgabe erfolgt themenspezifisch in der Vorlesung</p>	
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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	
Modulverantwortliche(r)	F. Schmidt	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
Statisches Gleichgewicht (zweidimensional), Fachwerke, Reibung, Schnittkräfte und -momente, Bauteildimensionierung, Spannungen, Dehnungen		
Literatur		
Hibbeler, Technische Mechanik 1, Statik, Pearson Hibbeler, Technische Mechanik 2, Festigkeitslehre, Pearson		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
F. Schmidt	Technische Mechanik 1	4

Modulbezeichnung	Elektrotechnik	
Semester (Häufigkeit)	2 (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, BMD, BMDPV, BEE	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	A. Haja	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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;		
Literatur		
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		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
A. Haja, J. Kirchhof	Vorlesung Elektrotechnik	4

Modulbezeichnung	Mathematik II	
Semester (Häufigkeit)	2 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	8 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	90 h Kontaktzeit + 150 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen	Mathematik I	
Verwendbarkeit	BSES, BMD, BMDPV	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung + Übung	
Modulverantwortliche(r)	J. Kirchhof	
Qualifikationsziele		
Die Studierenden kennen die Methoden aus den Bereichen der Differenzialgleichung, der linearen Differenzialgleichungssystemen 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.		
Lehrinhalte		
Partielle Differentiation, Integralrechnung, Substitution, partielle Integration, Partialbruchzerlegung, Vektorwertige Funktionen, mehrfache Integrale, Unendliche Reihen, Potenzreihen, Taylorreihe, Fourierreihe, Differenzialgleichungen, Systeme linearer Differenzialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, Laplace-Transformation.		
Literatur		
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		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
J. Kirchhof, G. Göricke	Mathematik II	6
J. Kirchhof, G. Göricke	Übungen zur Mathematik II	2

Modulbezeichnung	Technische Mechanik II	
Semester (Häufigkeit)	2 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	keine	
Empf. Voraussetzungen	Technische Mechanik 1	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2 h	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	F. Schmidt	
Qualifikationsziele		
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 Vergleichsspannungshypothesen kennen.		
Lehrinhalte		
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,		
Literatur		
Hibbeler, Technische Mechanik 2, Verlag Pearson Studium		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
F. Schmidt	Technische Mechanik 2	4

Modulbezeichnung	Thermo-/Fluiddynamik	
Semester (Häufigkeit)	2 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	7 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	90 h Kontaktzeit + 120 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, Labor, Studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	O. Böcker	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
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		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
I. Herraez / C. Jakiel	Vorlesung Strömungslehre 1	2
O. Böcker	Vorlesung Thermodynamik	4

Modulbezeichnung	Datenverarbeitung	
Semester (Häufigkeit)	3 (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, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation, Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Rechnerpraktikum	
Modulverantwortliche(r)	F. Schmidt	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
Aufbau und Funktionsweise moderner Computersysteme, Typische Bestandteile von Entwicklungsumgebungen, Kontroll- und Datenstrukturen von Programmiersprachen, Funktionen und Parameterübergabe einer Programmiersprache, Eigenständige Erstellung von Programm-Code		
Literatur		
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		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
F. Schmidt	Vorlesung Datenverarbeitung (IBS/EE)	2
F. Schmidt, R. Olthoff	Labor Datenverarbeitung (IBS/EE)	2

Modulbezeichnung	Energie- & Umwelttechnik	
Semester (Häufigkeit)	3 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	Allgemeine Chemie	
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2,0 h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	S. Steinigeweg	
Qualifikationsziele Die Studierenden sollen mit den biologischen, chemischen und technischen Grundlagen der Umwelttechnik vertraut sein.		
Lehrinhalte 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.		
Literatur Bliefert, C.: Umweltchemie, Wiley-VCH, 2002 Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik, Vogel-Verlag, Wiley-VCH, 2006		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
Paul, W.	Grundlagen der Umwelttechnik	4

Modulbezeichnung	Energy efficiency and energy management	
Semester (Häufigkeit)	3 (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	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	M. Hanfeld	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Wosnitza, F. and Hilgers, H.G.: Energieeffizienz und Energiemanagement, Springer, 2012. Yang, M. and Yu, X.: Energy Efficiency, Springer, 2015.		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
N.N.	Energy efficiency and energy management	2
N.N.	Project energy efficiency and energy management	2

Modulbezeichnung	Messtechnik	
Semester (Häufigkeit)	3 (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, BMD, BMDPV, BEE	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Labor	
Modulverantwortliche(r)	A. Haja	
Qualifikationsziele 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.		
Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> • SI-Einheitensystem und Grundbegriffe der Messtechnik • Klassifizierung, Wandlung und Modulation von Signalen • Messmethoden und Messeinrichtungen • Fehlerbetrachtung und Fehlerrechnung • Messung elektrischer Grundgrößen • Aufbau einer Messkette mit ausgewählten Sensoren 		
Literatur Parthier, R.: "Messtechnik", Vieweg 2008 Weichert, N. / Wülker, M.: "Messtechnik und Messdatenerfassung", Oldenbourg 2010		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
J. Kirchhof, M. Lünemann	Vorlesung Messtechnik	3
H. Bender, M. Lünemann	Labor Messtechnik	1

Modulbezeichnung	Nachhaltigkeit chemischer Prozesse	
Semester (Häufigkeit)	3 (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	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 2 h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	M. Rüsç gen. Klaas	
Qualifikationsziele Vermittlung detaillierter Kenntnisse zur Beurteilung der Nachhaltigkeit bei Entwicklung und Betrieb chemisch-technischer Prozesse.		
Lehrinhalte Wirtschaftliche Bedeutung der industriellen Chemie Fließbilder, Stoff- und Energiebilanzen, Bedeutung katalytischer Prozesse Ausgewählte Prozesse der Industriellen Anorganischen bzw. Organischen Chemie		
Literatur H.-J. Arpe: Industrielle Organische Chemie - Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte, Wiley-VCH, Weinheim J. Hoinkis und E. Lindner: Chemie für Ingenieure, Wiley-VCH, Weinheim		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
M. Rüsç gen. Klaas	Vorlesung "Nachhaltigkeit chemischer Prozesse"	3
M. Rüsç gen. Klaas	Übung "Nachhaltigkeit chemischer Prozesse"	1

Modulbezeichnung	Nachwachsende Rohstoffe SES	
Semester (Häufigkeit)	3 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	70 h Kontaktzeit + 80 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Praktikum	
Modulverantwortliche(r)	M. Rüsç gen. Klaas	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.).		
Literatur		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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		
Modulverantwortliche(r)	N.N.		
Qualifikationsziele			
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.			
Lehrinhalte			
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			
Literatur			
Vorlesungsskripte			
Lehrveranstaltungen			
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung		SWS
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	
Modulverantwortliche(r)	J. Kirchhof	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
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.		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
J. Kirchhof	Vorlesung Regelungstechnik	3
J. Kirchhof, A. Dietzel	Labor Regelungstechnik	1

Modulbezeichnung	Solar energy	
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	Thermo- und Fluidodynamik, Elektrotechnik	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung oder Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraез	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
<ul style="list-style-type: none"> • Eicker, U.: <i>Energy Efficient Buildings with Solar and Geothermal Resources</i>, Wiley, 2014. • Arno Smets, Klaus Jager, Olindo Isabella. <i>Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems</i>, UIT Cambridge LTD, 2016 		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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	
Modulverantwortliche(r)	C. Jakiel	
Qualifikationsziele 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.		
Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung und Spezialisierung thermodynamischer und strömungsmechanischer Grundlagen • Leistung und Wirkungsgrade • Energieumsetzung in der Stufe; Hauptgleichung für Strömungsmaschinen; Geschwindigkeitsdreiecke • Kennzahlen • Dimensionierung und Nachrechnung • Betriebsverhalten, Kennfelder, Einsatzgrenzen • Anwendungsfelder, Aufbau und charakteristische Merkmale relevanter Maschinentypen (z. B. Pumpen, Kompressoren, Dampfturbinen, Gasturbinen/Flugtriebwerke) 		
Literatur 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.		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
C. Jakiel	Vorlesung Strömungsmaschinen	3
C. Jakiel, S. Setz	Labor Strömungsmaschinen	1

Modulbezeichnung	Thermische Verfahrenstechnik 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	
Modulverantwortliche(r)	G. Illing	
Qualifikationsziele		
Die Studierenden beherrschen die thermischen Grundoperationen (Trenntechnik, Trocknung, Wärmeübertragung). Sie kennen die einzelnen Apparate und können diese thermodynamisch und fluiddynamisch auslegen.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer, 2007 Strohmann, G.: Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse, Oldenbourg, 2002		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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	
Modulverantwortliche(r)	G. Illing	
Qualifikationsziele		
Die Studierenden beherrschen die thermischen Grundoperationen (Trenntechnik, Trocknung, Wärmeübertragung). Sie kennen die einzelnen Apparate und können diese thermodynamisch und fluiddynamisch auslegen.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer, 2007 Strohmann, G.: Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse, Oldenbourg, 2002		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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	Wind energy	
Modulbezeichnung (eng.)	Wind energy	
Semester (Häufigkeit)	4 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art		
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen	Thermo- & Fluidodynamik	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung oder Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
Physical principles, Betz-theory, 2D-Aerodynamics, 3D-Aerodynamics, blade design, drive train components, electrical components, efficiency, performance analysis.		
Literatur		
Hau, E.: Wind turbines, Springer, 2013. Gash, R. and Twele, J.: Wind power plants, Springer, 2012		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
I. Herraez	Wind turbines	2
I. Herraez	Laboratory Course Wind Energy	2

Modulbezeichnung	Energy storage	
Semester (Häufigkeit)	5 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach Energieeffizienz, Sustainable Energy Systems, Vertiefung Umwelttechnik	
Studentische Arbeitsbelastung	70 h Kontaktzeit + 80 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen	Grundlagen der Physik und der Allgemeinen Chemie	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Examination 1,5h and oral presentation or writing	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	G. Illing	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
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		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
G. Illing	Energy storage	4

Modulbezeichnung	Energy systems simulation	
Semester (Häufigkeit)	5 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	10 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	120 h Kontaktzeit + 180 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen	Mathematik 1 und Mathematik 2	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung, mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
<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 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. 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>		
Lehrinhalte		
<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>		
Literatur		
<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>		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
I. Herráez	Introduction to modelling and simulation	4
A. Pechmann	Simulation of energy systems	4

Modulbezeichnung	Programmieren 1	
Semester (Häufigkeit)	5 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach BaBTBI, BaCTUT, Wahlpflichtmodul SES	
Studentische Arbeitsbelastung	90 h Kontaktzeit + 60 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BBTBI, BCTUT	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung plus Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Praktikum	
Modulverantwortliche(r)	J. Mäkiö	
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe der objektorientierten, imperativen Softwareentwicklung und können eigene einfache Java-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.	
Lehrinhalte	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 (Java-Doc); Refactoring; Interfaces; Im Praktikum ist Anwesenheitspflicht.	
Literatur	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.	
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
J. Mäkiö	Programmieren 1	2
J. Mäkiö	Programmieren 1 Praktikum	2

Modulbezeichnung		Softskills 2	
Semester (Häufigkeit)	5-6 (Beginn jedes Wintersemester)		
ECTS-Punkte (Dauer)	2 (2 Semester)		
Art	Pflichtfach BaCTUT, Wahlpflichtmodul BaSES		
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 60 h Selbststudium		
Voraussetzungen (laut BPO)			
Empf. Voraussetzungen	Physikalische Chemie I, II, III, Mathematik I, II, III		
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT		
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation		
Lehr- und Lernmethoden	Seminar		
Modulverantwortliche(r)	S. Steinigeweg		
Qualifikationsziele Erlernen der Methodik des selbstständigen wissenschaftlichen Arbeitens			
Lehrinhalte Aktuelle Projektarbeit aus den Bereichen Chemie- und Umwelttechnik			
Literatur			
Lehrveranstaltungen			
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung		SWS
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	
Modulverantwortliche(r)	M. Sohn	
Qualifikationsziele	<p>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.</p> <p>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, Polarisati-on, 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.</p>	
Lehrinhalte	<p>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.</p>	
Literatur	<p>P. W. Atkins, J. de Paula, Physikalische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, Weinheim</p>	
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
M. Sohn	Vorlesung Spektroskopie	2

Modulbezeichnung	Sustainable Production	
Semester (Häufigkeit)	5 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach Sustainable Energy Systems (SES)	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen	Einführung in die Nachhaltigkeit Energy efficiency and energy management	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Korrekte Beendigung der Fallbeispiele; Klausur 1h und Projektarbeit (Planspiel) mit Präsentation oder Projektarbeit (Planspiel) mit Präsentation und Bericht	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Inverted Classroom, Übungen, Planspiel	
Modulverantwortliche(r)	A. Pechmann	
Qualifikationsziele		
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-System SAP S/4 HANA) anwenden und kritisch in Bezug auf ein nachhaltiges Produktionsmanagement bewerten.		
Lehrinhalte		
Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung; Angewandte Methoden in der modernen Produktionsplanung; Einführung in ein ERP-System (SAP S/4HANA), Anwendung von SAP S/4HANA im Rahmen des Planspiels ERPsim, Einfluss von Nachhaltigkeitsaspekten auf Entscheidungen im Produktionsplanungsumfeld		
Literatur		
Steven Chapman: Fundamentals of Production Planning and Control, 2006, Pearson Chapman, Stephen N.; The fundamentals of production planning and control, 2006 by Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey SAP S/4HANA UCC Teaching Material Global Bike (Navigation, SD, MM, PM) Aktuelle Unterlagen zu Nachhaltigkeitsthemen		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
A. Pechmann	Vorlesung Nachhaltige Produktion	4

Modulbezeichnung	Technical project	
Semester (Häufigkeit)	5 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	0 h Kontaktzeit + 150 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Bekanntgabe erfolgt themenspezifisch		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
Professoren/Dozenten SES	Technical project	4

Modulbezeichnung	Umwelttechnik Praktikum	
Semester (Häufigkeit)	5-6 (Beginn jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (2 Semester)	
Art	Pflichtfach Vertiefung Umwelttechnik, Wahlpflichtmodul BaBT-BI, BaSES	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT, BBTBI	
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Praktikum	
Modulverantwortliche(r)	S. Steinigeweg	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Bliefert, C.: Umweltchemie, Wiley-VCH, 2002		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
R. Habermann	Abwassertechnik Praktikum	2
W. Paul, S. Steinigeweg	Prozessmodellierung & Energieoptimierung Praktikum	2

Modulbezeichnung	Umweltverfahrenstechnik	
Semester (Häufigkeit)	5 (jedes Wintersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	7 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	90 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	Grundlagen der Energie- und Umwelttechnik	
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung, Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Praktikum	
Modulverantwortliche(r)	S. Steinigeweg	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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 ₂ -Abtrennung und -Speicherung werden besprochen. Technische Apparate werden ausgelegt und der rechtliche Rahmen (BImSchG) besprochen.		
Literatur		
Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik, Vogel-Verlag, Wiley-VCH, 2006		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
R. Habermann	Abwasserbehandlung	2
S. Steinigeweg	Ablufttechnik	2
W. Paul	Prozessmodellierung & Energieoptimierung Projekt	2

Modulbezeichnung	Energy Process Technology	
Semester (Häufigkeit)	6 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	Grundlagen der Energie- & Umweltverfahrenstechnik	
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Projekt	
Modulverantwortliche(r)	S. Steinigeweg	
Qualifikationsziele		
The students are able to model a given energy-relevant process, to optimize it energetically and to evaluate it under environment aspects.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Seider, W.D. et al: Process Design Principles, John Wiley, 2010 Kemp, I.C.: Pinch Analysis and Process Integration, Elsevier, 2007		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
W. Paul	Energieverfahrenstechnik	4

Modulbezeichnung	Energy and Environment	
Semester (Häufigkeit)	6 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	6 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach Vertiefung Umwelttechnik	
Studentische Arbeitsbelastung	75 h Kontaktzeit + 105 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	Allgemeine Chemie	
Empf. Voraussetzungen	Grundlagen der Umwelttechnik	
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	S. Steinigeweg	
Qualifikationsziele	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.	
Lehrinhalte	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.	
Literatur	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	
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
S. Steinigeweg, W. Paul	Prozessmodellierung und Energieoptimierung	3
W. Paul	Nachhaltige Energiebereitstellung	2

Modulbezeichnung	Petrochemische Prozesse	
Semester (Häufigkeit)	6 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach für CT, Wahlpflichtmodul SES	
Studentische Arbeitsbelastung	45 h Kontaktzeit + 105 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1h und Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung, Praktikum	
Modulverantwortliche(r)	J. Hüppmeier	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
B. Riediger, Die Verarbeitung des Erdöls, Springer 1971		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
J. Hüppmeier	Petrochemische Prozesse (Vorlesung)	2
J. Hüppmeier	Petrochemische Prozesse (Praktikum)	1

Modulbezeichnung	Sustainable energy project	
Semester (Häufigkeit)	6 (jedes Sommersemester)	
ECTS-Punkte (Dauer)	8 (1 Semester)	
Art	Pflichtfach	
Studentische Arbeitsbelastung	0 h Kontaktzeit + 240 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES	
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation, Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen	
Lehr- und Lernmethoden	Studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Gibt der Dozent themenspezifisch vor.		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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	
Modulverantwortliche(r)	C. Jakiel	
Qualifikationsziele		
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.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
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.		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
C. Jakiel	Thermal Power Plants	4

2.2 Wahlpflichtmodule

Modulbezeichnung	Laboratory Course Solar Energy	
Semester (Häufigkeit)	WPM (nach Bedarf)	
ECTS-Punkte (Dauer)	2 (1 Semester)	
Art	Wahlpflichtmodul für BaSES und BaCTUT	
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	Solar Energy	
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT	
Prüfungsform und -dauer	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
<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 solar energy utilization and expand their abilities for performing experimental work. They are capable to evaluate and analyze measurement results from photovoltaic 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 competencies by working in teams in an international environment.</p>		
Lehrinhalte		
<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>		
Literatur		
<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>		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
I. Herraez	Laboratory Course Solar Energy	2

Modulbezeichnung	Polymere	
Semester (Häufigkeit)	WPM (nach Bedarf)	
ECTS-Punkte (Dauer)	2 (2 Semester)	
Art	Wahlpflichtmodul nur BaUT, BaBT, BaEE	
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)		
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT, BBTBI, BEE	
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Prüfung (20 min)	
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung	
Modulverantwortliche(r)	M. Rüsç gen. Klaas	
Qualifikationsziele		
Die Studierenden kennen die wichtigsten synthetischen Polymere, die Reaktionen zu ihrer Herstellung, die Technologie ihrer Verarbeitung, ihre Anwendungsfelder sowie die Methoden der Polymeranalytik.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
M. Rüsç gen. Klaas	Vorlesung Polymere	2

Modulbezeichnung	Projekt Wind Challenge Bachelor	
Semester (Häufigkeit)	WPM (nach Bedarf)	
ECTS-Punkte (Dauer)	2 (1 Semester)	
Art	Wahlpflichtmodul	
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 30 h Selbststudium	
Voraussetzungen (laut BPO)	keine	
Empf. Voraussetzungen		
Verwendbarkeit	BSES, BMD, BMDPV, BEE, BCTUT	
Prüfungsform und -dauer	Mündliche Präsentation und schriftliche Dokumentation	
Lehr- und Lernmethoden	Seminar, Praktikum, studentische Arbeit	
Modulverantwortliche(r)	I. Herraez	
Qualifikationsziele		
Die Studierenden sollen die Inhalte der Fachvorlesungen aus dem Bachelor-Studium in einem konkreten Beispiel anwenden können und Grundlagenwissen der Windenergietechnik kennen. Sie sollen Teilaufgaben selbstständig bearbeiten, Probleme und Lösungen in einem multidisziplinären Team zur Diskussion stellen, sowie Lösungen umsetzen und dokumentieren können.		
Lehrinhalte		
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.		
Literatur		
Wood, D.: Small Wind Turbines: Analysis, Design and Application, Springer, 2011		
Lehrveranstaltungen		
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS
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		
Modulverantwortliche(r)	C. Jakiel		
Qualifikationsziele			
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.			
Lehrinhalte			
Entwicklungs- und Designprozesse; Vertiefung der Themen Energiebilanz, Verlustarten, Kennzahlen; Mehrdimensionale Strömungseffekte innerhalb der Schaufelgitter und anderer Komponenten, Einfluss der endlichen Schaufelzahl etc.;			
Durchführung eines Auslegungsprojekts für einen praktischen Anwendungsfall:			
<ul style="list-style-type: none"> • Maschinenspezifische Grundlagen zu Strömungseffekten, Design und Berechnung • Durchführung vereinfachter Auslegungsrechnungen; • Einsatz einer kommerziellen, turbomaschinenspezifischen Design- und Simulationssoftware für Auslegungs- und Performancerechnungen, Kennfeld-Simulationen etc. ; 			
Literatur			
Sigloch, H.: Strömungsmaschinen - Grundlagen und Anwendungen, 7. Aufl., Hanser, 2021. Bohl, W.: Strömungsmaschinen 2: Berechnung und Konstruktion, 8. Auflage, Kamprath-Reihe, Vogel Verlag, 2013. Whitfield, A., Baines, N.C.: Design of Radial Turbomachines, Pearsons Education Ltd, 1990.			
Lehrveranstaltungen			
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung		SWS
C. Jakiel	Strömungsmaschinen - Design und Simulation		2

Modulbezeichnung		Studienarbeiten in der Chemie- und Umwelttechnik	
Semester (Häufigkeit)	WPM (nach Bedarf)		
ECTS-Punkte (Dauer)	5 (1 Semester)		
Art	Wahlpflichtmodul		
Studentische Arbeitsbelastung	30 h Kontaktzeit + 120 h Selbststudium		
Voraussetzungen (laut BPO)			
Empf. Voraussetzungen			
Verwendbarkeit	BSES, BCTUT		
Prüfungsform und -dauer	Studienarbeit/Experimentelle Arbeit mit Bericht		
Lehr- und Lernmethoden	Studentische Projekte als Einzelarbeit oder in Gruppen auf dem Gebiet der Chemietechnik oder Umwelttechnik		
Modulverantwortliche(r)	R. Pfitzner		
Qualifikationsziele			
Die Studierenden erwerben vertiefte praktische Fähigkeiten auf dem Gebiet der Chemietechnik/Umwelttechnik.			
Lehrinhalte			
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.			
Literatur			
Die benötigte Literatur ergibt sich nach Recherche mit Chemfinder oder Web of science.			
Lehrveranstaltungen			
Dozenten/-innen	Titel der Lehrveranstaltung	SWS	
R. Pfitzner, Dozenten der CT und UT	Studienarbeiten im Schwerpunkt	2	