Modulhandbuch des Studiengangs

Sustainable Process Engineering (SPE)

Bachelor of Science

21.08.2025

Inhalt

Abkürzungen 4

Studienverlaufsplan 5

Präambel 6

1.1 MA-AN1 | Mathematik 1: Analysis 1 7

1.2 PH-PHY- Physik (1. Hälfte) 9

1.3 TM-TM1 | Technische Mechanik 1 11

1.4 CA-TZC |Technisches Zeichnen und CAD 13

1.5 CH-CHG | Chemie Grundlagen 15

1.6 VT-EIN | Energie-/Umwelt-/Verfahrenstechnik 17

1.7 AL-NE1 | Sustainable Development Goals 19

2.1 MA-LIN | Mathematik 2: Lineare Algebra 21

1.2 PH-PHY- Physik (2. Hälfte) 22

2.3 TM-TM2 | Technische Mechanik 2 24

2.4 TH-THG | Thermodynamik Grundlagen 25

2.5 CH-OCB | Organische Chemie, Biochemie 27

2.7 AL-NE2 | Klimawandel, Klimafolgenanpassung 30

3.1 MA-AN2 | Mathematik 3: Analysis 2 32

3.2 IT-CPI | Computerprogrammierung 34

3.3 ET-ETV | Elektrotechnik Grundlagen für Verfahrenstechnik 36

3.4 TH-TF1 | Wärmeaustausch, Strömungslehre 38

3.5 VT-MVG | Verfahren Mechanischer Art 39

3.6 AL-NE3 | Ökobilanzierung 41

4.1 WE-WK1 | Werkstoffkunde 43

4.2 WP-ALL | Wahlmodul (allgemein) 45

4.3 ET-MRL | Mess- und Regelungstechnik 48

4.4 TH-TF2 | Stoffaustausch, Mehrphasenströmung 50

4.5 VT-TVG | Verfahren thermischer Art 52

4.7 AL-NE4 | Nachhaltigskeitsprojekt 54

5.1 VT-MSV | Modellbildung und Simulation 55

5.2-5.6 WP-NV | Wahlpflicht 57

5.6 PJ-PST | Verfahrenstechnisches Gruppenprojekt 59

5.7 AL-NE5 | Technische Entwicklungshilfe 62

6.1 VT-MKI | Machine Learning 64
6.2-6.5 WP-NV | Wahlpflicht 65
7.1 PR-IIN | Praxis-/Industrieintegration 67
72 BA-SPE | Bachelorarbeit und Kolloquium 70
Wahlmodule 72
5.2-5 WP-NV1-8 | #1 NV-EW1 | Energiewandlung / Energieeffizienz 73
5.2-5 WP-NV1-8 | #2 NV-REG1- Regenerative Energien 1 75
5.2-5 WP-NV1-8 | #3 NV-BTP | Biologische Verfahrenstechnik 77
5.2-5 WP-NV1-8 | #4 NV-CCS | CO_2-Abtrennung und -Speicherung 80
5.2-5 WP-NV1-8 | #5 NV-WTG | Wassertechnologie 82
5.2-5 WP-NV1-8 | #6 NV-AAB | Apparate- und Anlagenbau 84
6.2-5 WP-NV1-8 | #7 NV-EW2 | Energiespeicherung, Power-to-X, Wasserstoff 86
6.2-5 WP-NV1-8 | #8 NV-REG2 | Regenerative Energien 2 87
6.2-5 WP-NV1-8 | #9 NV-GFC | Bio-Raffinerien: Green Fuels, Green Chemicals 89
6.2-5 WP-NV1-8 | #10 NV-CCU | CO_2-Verwendung: synthetische Kraftstoffe und Chemikalien 91
6.2-5 WP-NV1-8 | #11 NV-WAR | Wasserreinhaltung 93
6.2-5 WP-NV1-8 | #12 NV-AUV | Kreislaufwirtschaft 95

Abkürzungen

Fachsem.:	Fachsemester
Sem.:	Semester
WiSe:	Wintersemester
SoSe:	Sommersemester
VT:	Vertiefung
GF:	Gewichtungsfaktor zur Ermittlung der Modulnote, wenn das Modul mehrere Prüfungsleistungen enthält
h:	Stunden
CP:	Leistungspunkte (Credit-Points) nach dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS).
SWS:	Semesterwochenstunden
LV:	Lehrveranstaltung
Art:	Art der Lehrveranstaltung
VL:	Vorlesung
Ü:	Übung
L:	Labor
S:	Seminar
T:	Tutorium
KL:	Kolloquium
d:	Deutsch
e:	Englisch
SL:	Studienleistung (unbenotet)
PL:	Prüfungsleistung
H:	Hausarbeit
K:	Schriftliche Arbeit unter Aufsicht (Klausur)
M:	Mündliche Prüfung
P:	Projektarbeit
PF:	Portfolioprüfung
PÜ:	Praktische Laborübung
TÜ:	Theoretische Übung
R:	Schriftlich ausgearbeitetes Referat
MA:	Masterarbeit
„/“:	oder (bspw. Alternative Prüfungsleistungen)

Studienverlaufsplan

	Module															
1	1.1 | MA-AN1 Mathematik I: Analysis 1		1.2 | PH-PHY Physik Grundlagen (1. Hälfte)		1.3 | TM-TM1 Technische Mechanik 1		1.4 | CA-TZC Technisches Zeichnen und CAD		1.5 | CH-CHG Chemie Grundlagen		1.6 | VT-EIN Energie-/Umwelt-/ Verfahrenstechnik (1. Hälfte)		1.7 | AL-NE1 Sustainable Development Goals (SDGs)	
	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00	V	2,00	V	3,00	V	2,00	V	3,00	S	1,50	S	4,00
	Ü	1,00	Ü	1,00	Ü	1,00	L	2,00	L	1,00				
2	2.1 | MA-LIN Mathematik 2: Lineare Algebra		2.2 | PH-PHY Physik Grundlagen (2. Hälfte)		2.3 | TM-TM2 Technische Mechanik 2		2.4 | TH-THG Thermodynamik Grundlagen		2.5 | CH-OBC Organische Chemie, Biochemie		2.6 | VT-EIN Energie-/Umwelt-/ Verfahrenstechnik (2. Hälfte)		2.7 | AL-NE2 Klimawandel, Klimafolgen-anpassung	
	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00	L	2,00	V	3,00	V	3,00	V	3,00	V	1,00	S	3,00
	Ü	1,00			Ü	1,00	Ü	1,00	L	1,00	S	1,50	L	1,00
3	3.1 | MA-AN2 Mathematik 3: Analysis 2		3.2 | IT-CPI Computerprogram mierung		3.3 | ET-ETV Elektrotechnik Grundlagen für Verfahrenstechnik		3.4 | TH-TF1 Wärmeaustausch, Strömungslehre		3.5 | VT-MVG Verfahren Mechanischer Art		3..6 | AL-NE4 Ökobilanzierung (1. Angebot)		3.7 | AL-NE3 Nachhaltigkeits-Projekt (ggf. 2. Angebot)	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS		
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00	V	2,00	V	3,00	V	2,00	V	2,00	S	2,00		
	Ü	1,00	L	2,00	L	1,00	V	2,00	L	2,00	L	2,00		
4	4.1 | WE-WK1 Werkstoffkunde		4.2 | WP-ALL Wahlmodul (allgemein)		4.3 | ET-MRL Mess- und Regelungstechnik		4.4 | TH-TF2 Stoffaustausch, Mehrphasen-strömung		4.5 | VT-TVG Verfahren Thermischer Art		4.6 | AL-NE4 Ökobilanzierung (ggf. 2. Angebot)		4.7 | AL-NE3 Nachhaltigkeits-Projekt (1. Angebot)	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS			5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00		4,00	S	2,00	V	2,00	V	2,00			S	3,00
	L	1,00			L	1,50	V	2,00	L	2,00			L	1,00
5	5.1 | VT-MSV Modellbildung und Simulation		5.2 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		5.3 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		5.4 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		5.5 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		5.6 | PJ-PST Verfahrenstechn. Gruppenprojekt (1. Hälfte)		5.7 | AL-NE5 Technische Entwicklungshilfe (Projekt, 1. Hälfte)	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	2,5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	S	2,00		3,80		3,80		3,80		3,80	S	1,25	S	1,50
	L	1,50									L	1,25	L	0,50
6	6.1 | VT-MKI Machine Learning		6.2 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		6.3 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		6.4 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		6.5 | (wahloblig.) nachhaltige verfahrenstechn. Prozesse		6.6 | PJ-PST Verfahrenstechn. Gruppenprojekt (2. Hälfte)		6.7 | AL-NE5 Technische Entwicklungshilfe (Projekt, 2. Hälfte)	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	2,5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	2,00		3,80		3,80		3,80		3,80	S	1,25	S	1,50
	L	1,50									L	1,25	L	0,50
7	7.1 Praxis-/Industrieintegration								7.2 Bachelorarbeit und Kolloquium					
			18	ECTS							12	ECTS		
			VA	SWS							VA	SWS		
			PS	0,10							S	0,15		

Legende:			
	Bildung für nachhaltige Entwicklung		Grundlagen Ingenieurwesen
	Praxisphase und Abschlußarbeit		Grundlagen Verfahrenstechnik
			Nachhaltige Verfahrenstechnik

Präambel

Häufigkeit/Frequenz der Module: Alle Module werden jährlich angeboten. Unter „Turnus“ wird angegeben, ob dies im Sommer- oder Wintersemester der Fall ist.

Dauer eines Moduls: In der Regel wird ein Modul innerhalb eines Semesters abgeschlossen. Angaben über die Dauer finden sich im Feld „Fachsemester“.

Hinweis zur studentischen Arbeitsbelastung: Insgesamt beinhaltet der Bachelor-Studiengang Sustainable Process Engineering eine Gesamtzahl von 210 Credit Points (CP), wobei eine Workload-Zuordnung von 30 Stunden je Credit Point zugrunde gelegt wird. Jedes Studienjahr verfügt über 60 CP, damit werden in jedem Semester 30 CP absolviert – dies entspricht einem Gesamtworkload von 900 Stunden pro Fachsemester. Detaillierte und weiterführende Informationen finden sich in den Modulbeschreibungen.

Voraussetzung zur Vergabe von Credit Points ist das erfolgreiche Absolvieren der jeweiligen Prüfungs- und Studienleistungen, die im Feld „Prüfungsform“ genannt werden.

1.1 MA-AN1 | Mathematik 1: Analysis 1

Fachsem.:	1	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, Ü	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Klobes, Stell

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	–
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur 2,5 h oder mündl. Prüfung oder Portfolioprüfung		

Kompetenzen:

Die Veranstaltung ist die Grundlage für alle weiteren Module in der Modulgruppe Mathematik und verbindet bereits bekannte Sachverhalte mit vertiefter Kenntnis der Funktionen sowie einer realistischeren Beschreibung ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen. Die Studierenden können

- Grundbegriffe einordnen und
- Gleichungen und Ungleichungen auswerten,
- Funktionen in R charakterisieren und in wesentliche Teile auflösen
- einfache Funktionen in C charakterisieren und in wesentliche Teile auflösen
- Folgen und Reihen bestimmen und auswerten
- Differenzial- und Integralrechnung und ihre Regeln anwenden und
- damit einfache mathematische Modelle von technischen und
- naturwissenschaftlichen Vorgängen ableiten

Inhalt:

Vorlesung: Analysis 1	SWS
- Grundbegriffe - Gleichungen und Ungleichungen - Folgen und Reihen - Reelle und komplexe Funktionen einer Veränderlichen - Elementare Funktionen - Einführung und Motivation der Ableitung - Differenzenquotient oder Änderungsrate, Differentialquotient, Ableitung	3

	- Ableitungsregeln - Ableitungen höheren Grades - Anwendungen der Differentialrechnung - Einführung und Motivation der Integralrechnung - Unbestimmtes Integral - Integrationsmethoden - Bestimmtes Integral - Anwendungen der Integralrechnung	
	Übung: Analysis 1	
	Übungsaufgaben zu den Inhalten der o.g. Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Croft et al.: Mathematics for Engineers, Pearson Studies	

1.2 PH-PHY- Physik (1. Hälfte)

Fachsem.:	Semester 1 Dauer: 2 Semester	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V,Ü	SWS:	3	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	0,6				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Klobes

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	92	42	50

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:

Erfolgreiche Teilnahme an den Teilprüfungen:

- Vorlesung und Übung (WiSe), hier Klausur 2,5 h oder mündl. Prüfung
- Labor (SoSe)

Kompetenzen:

In dem Modul werden physikalische Grundkenntnisse zum Verständnis technischer Zusammenhänge vermittelt.

Die Absolventinnen und Absolventen des Moduls:

- kennen grundlegende physikalische Zusammenhänge,
- können einfache physikalische Problemstellungen analysieren und berechnen,
- sind in der Lage, Messwerte experimentell aufzunehmen und nach wissenschaftlichen Regeln auszuwerten.

Weiterhin sollen folgende Schlüsselkompetenzen erzielt werden. Die Studierenden:

- beherrschen eine wissenschaftliche Herangehensweise,
- sind in der Lage, mathematisches Grundlagenwissen anzuwenden,
- besitzen Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in Kolloquien,
- besitzen Teamfähigkeit durch Selbstorganisation von Praktikums-Teams.

Inhalt:

Vorlesung	SWS
Naturwissenschaftliche und technische Größen, Physikalisches Messen, Kinematik und Dynamik von Translations- und Rotationsbewegungen,	2

	Schwingungen und Wellen, Geometrische Optik und Wellenoptik, Atome und Festkörper, Flüssigkeiten und Gase, Wärmelehre.
	Übungen
	Ausgewählte Aufgaben zu den Inhalten der Vorlesung 1
Verwendbarkeit des Moduls:	Zusammenhang des Moduls mit anderen Modulen des Studiengangs und Verwendbarkeit in anderen Studiengängen.
Zusätzliche Informationen:	Modulinterner Gewichtungsfaktor: - 0,6 Teilnote für die Vorlesung und Übung - 0,4 Teilnote für das Labor Modul-Workload (Std.), insgesamt 150, davon Präsenzzeit 70 und Selbststudium 80.
Literatur:	Giancoli Physik, Person Studies; Halliday, Resnick, Walker, Halliday Physik und Bachelor Edition, Wiley; Tipler, Physik für Ing., Wiley; Walcher, Praktikum der Physik, Teubner Studienbücher Physik

1.3 TM-TM1 | Technische Mechanik 1

Fachsem.:	1 r	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, Ü	SWS:	4	Turnus:	WiSe,
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Lange

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	-
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2,5 h) oder mündl. Prüfung		

Kompetenzen:

Die Studierenden können
- statische Systeme starrer Körper und ihre Belastungen analysieren
- im Besonderen Lagerreaktionen und innere Belastungsgrößen ermitteln

mit Reibung behaftete statische Systeme analysieren

Inhalt:

Vorlesung: Technische Mechanik 1	SWS
- Grundlagen: Axiome, Grundlagen der Vektoranalysis - Kräfte und Kräftesysteme, Grundlagen der Kraftübertragung - Ermittlung von Lagerreaktionen - Schnittprinzip, Freikörperbild, Gleichgewicht, Lagerungen - Verbindungselemente und ebene Tragwerke - Berechnung von Schwerpunkten - Berechnen von Schnittgrößen: Normalkraft, Querkraft, Biegemoment - Zusammenhang zwischen Streckenlast, Querkraft und Biegemoment - Reibung	3
Übung: Technische Mechanik 1	
Übungsaufgaben zu den Inhalten der o.g. Vorlesung	1

Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1
Zusätzliche Informationen:	-

Literatur:	Holzmann Meyer Schumpich: Technische Mechanik in 3 Bänden. Teubner Verlag, Stuttgart; Motz, Cronrath: Übungsbuch zur Technischen Mechanik Beer, P. Ferdinand; Johnston Jr., E. Russel: Vector Mechanics for Engineers. McGraw-Hill

1.4 CA-TZC |Technisches Zeichnen und CAD

Fachsem.:	1	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Deiler

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	E

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung Labor: Entwurf
Kompetenzen:	Die Studierenden: - sind befähigt sowohl manuell als auch rechnergestützt (aktuell: AutoCAD) normgerechte technische Zeichnungen von Maschinenteilen und Baugruppen zu lesen, anzufertigen, handzuhaben und einzuschätzen. - Erweitern die persönlichen Ausdrucksmöglichkeiten - (Sprache → Text → Freihandskizze → Zeichnung). - Steigern Ihre soziale Kompetenz durch gemeinsames Vertiefen des Fachwissens in 2er Gruppen

Inhalt:		
	Vorlesung: Technisches Zeichnen	SWS
	Normgerechte Darstellungen von technischen Geometrien, Maschinen-elementen und Baugruppen, technischen Ausführungseigenschaften, Zeichnungsrahmen, Schriftfeldern und Stücklisten. - Freihandskizze - technische Zeichnung - Datei - AutoCAD	2
	Labor: CAD	
	Laborübungen am PC, z.B. mit der Software AutoCAD	2

Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	Hoischen, H.: Technisches Zeichnen, 2011, 33. Aufl., Cornelsen Verlag Krause, W.: Grundlagen der Konstruktion, 9. Auflage, Hanser-Verlag 2012 Viehbahn, U.: Technisches Freihandzeichnen, 7. Aufl. 2009 AutoCAD Grundlagen, RRZN - Regionales Rechenzentrum für Nieder-sachsen / Leibniz Universität Hannover

1.5 CH-CHG | Chemie Grundlagen

Fachsem.:	1	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Schulwissen Chemie, Physik, Mathematik
Verantwortlich:	Cudic

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	V

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung Labor: praktischer Versuch mit Auswertung
Kompetenzen:	Die Studierenden - kennen die Grundprinzipien, die Fachtermini und die grundlegenden Methoden der Chemie - sind in der Lage einfache chemische Berechnungsaufgaben zu lösen - besitzen Grundkenntnisse des praktischen Arbeitens im Labor .

Inhalt:		
	Vorlesung: Chemie 1	SWS
	Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie: Struktur von Materie, chemische Reaktionen, Gleichgewichte, chemisches Arbeiten im Labor, Dokumentation und Berichterstattung, Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit, Umweltaspekte, Sicherheit im Labor.	3
	Labor: Chemie 1	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung	1

Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	(1a) Chemie: einfach alles / Peter W. Atkins; Jo A. Beran; Weinheim [u.a.]: VCH (jede Ausgabe)

	(1b) Chemistry: molecules, matter, and change / Loretta Jones; Peter Atkins; New York: Freeman, 2000; (3) Physikalische Chemie / Peter W. Atkins; Weinheim [u.a.] : Wiley-VCH, (any edition) (2) Chemie für Ingenieure / Jan Hoinkis, Eberhard Lindner, Wiley-VCH, August 2007

1.6 VT-EIN | Energie-/Umwelt-/Verfahrenstechnik

Fachsem.:	1, 2	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	S, V	SWS:	4	Turnus:	WiSe, SoSe
Gewichtung:	0				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	-	Studienleistung:	PF

Voraussetzung zur Vergabe CP:	schriftlich ausgearbeitete Referate sowie abschließend Bericht und Präsentation
Kompetenzen:	In der Lehrveranstaltung werden die typischen Aufgaben und Arbeitsgebiete der Energie-, Umwelt- und Verfahrenstechnik aufgezeigt, die das Arbeitsfeld von Verfahrenstechnikern darstellen. Die Studierenden - besitzen erste Einblicke in die technischen Prozesse, - sind in der Lage, Berichte und Präsentationen abzufassen, - kennen berufstypische Arbeitsmethoden, - lernen den Stand der Technik anhand ausgewählter Beispiele kennen und können Fachliteratursuche dazu durchführen. Bekanntgabe durch Lehrende im Einzelfall

Inhalt:	Seminar: Einführungsprojekt	SWS
	Die Studierenden erarbeiten für ausgewählte Themen den Stand der Technik, stellen ihn dar und diskutieren die Ergebnisse in Bezug auf Arbeitsfelder der Energie-, Umwelt- und/oder Verfahrenstechnik. Mögliche Themenfelder sind - Konventionelle und regenerative Energiequellen - Energiewandlungsverfahren und Energiespeicherung - Ver- und Entsorgungsnetze - Trinkwasser, Prozesswasser - Gewässerschutz und Abwasserreinigung - Ressourcenschonende Produktionsverfahren der Grundstoffindustrie - Kreislaufwirtschaft	3

	- Altlastensanierung
	Vorlesung: Ringvorlesung
	Ausgewählte Themen nachhaltiger Verfahrenstechnik 1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1
Zusätzliche Informationen:	Das Modul verläuft über zwei Semester.
Literatur:	Bekanntgabe durch Lehrende im Einzelfall

1.7 AL-NE1 | Sustainable Development Goals

Fachsem.:	1	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S	SWS:	4	Turnus:	WiSe, SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und erfolgreiche Prüfungsteilnahme: Klausur (Dauer 1 h) oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung
Kompetenzen:	Dieses Modul versteht sich im Kontext BNE und soll auch ein Angebot für alle Studierenden der Hochschule Bremerhaven sein. Die Studierenden: - kennen die SDGs der Vereinten Nationen; - können die SDGs im den Studierenden-Alltag integrieren; - können die SDGs als Multiplikatoren innerhalb und außerhalb der Hochschule weitergeben.

Inhalt:		
	Seminar: SDGs	SWS
	Die Vereinten Nationen haben mit der Agenda 2030 die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs = sustainable development goals) beschlossen. Diese Ziele sind für alle Nationen einen Leitfaden für nachhaltiges Handeln, um auch für nachfolgende Generationen eine lebenswerte Welt zu erhalten bzw. zu ermöglichen. Im Rahmen dieses Seminars werden solche Möglichkeiten zu allen 17 Nachhaltigkeitszielen entwickelt, wie diese individuell oder in Gruppen konkret erreicht werden können, privat, auf dem Hochschul-Campus, in Bremerhaven und/oder darüber hinaus..	4
	-	
	-	-

Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe BNE; Studium Generale
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	UN General Assembly (Hrsg.): Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. A/RES/70/1, 25.09.2015. Quelle: <Download-Link>

2.1 MA-LIN | Mathematik 2: Lineare Algebra

Fachsem.:	2	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, Ü	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Lindemann

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	–
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2,5 h) oder mündl. Prüfung oder Portfolioprüfung		

Kompetenzen:

Es erfolgt die Verknüpfung vorhandener Kompetenzen aus dem Modul Analysis 1 mit den Grundlagen der Statistik. Es erfolgt eine Erweiterung des mathematischen Gebäudes in der Linearen Algebra unter Berücksichtigung der ingenieurwissenschaftlichen Anwendung. Die Studierenden

- können ein- und zweidimensionale Verteilungen erkennen und
- sind in der Lage, Messungen statistisch zu analysieren,
- können beschreibende Modelle von Messungen begründen,
- verstehen das Konzept der Vektoren und ihrer Verknüpfungen und
- können diese im R^2, R^3 und R^n anwenden,
- sind in der Lage Vektormodelle auf Lineare Gleichungssysteme zu übertragen
- und die LGS zu analysieren sowie ggfs. Lösungen zu finden,
- können Matrizen in Ihrer Struktur charakterisieren,
- sind in der Lage Eigenschaften zu analysieren und im Besonderen Eigenwerte und Eigenvektoren in Bezug auf die Anwendung in technischen Systemen zu analysieren.

Inhalt:	Vorlesung: Lineare Algebra	SWS
	- Einführung und Motivation der Vektorrechnung	3
	- Vektoralgebra	

	- Lineare Gleichungssysteme und Matrizen - Lineare Transformationen - Eigenwerte und Eigenvektoren - Einführung und Motivation der Statistik - Lageparameter bei eindimensionalen Verteilungen - Lageparameter bei zweidimensionalen Verteilungen - Diskrete und stetige Verteilungen - Lineare und nichtlineare Regression	
	Übung: Lineare Algebra	
	Übungsaufgaben zu den Inhalten der o.g. Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler (Bd. 1), Burg, Haf, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure (Bd. 2), Croft et al. Mathematics for Engineers, Person studies, Gilbert, Strang: Linear Algebra, Springers	

1.2 PH-PHY- Physik (2. Hälfte)

Fachsem.:	Semester 2 Dauer: 2 Semester	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	L	SWS:	2	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	0,4				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine		
Verantwortlich:	Klobes		
Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	58	28	30
Prüfungsform:	V/M	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Erfolgreiche Teilnahme an den Teilprüfungen: - Vorlesung und Übung (WiSe) - Labor (SoSe), hier: praktischer Versuch mit Auswertung oder mündliche Prüfung
Kompetenzen:	In dem Modul werden physikalische Grundkenntnisse zum Verständnis technischer Zusammenhänge vermittelt. Die Absolventinnen und Absolventen des Moduls: - kennen grundlegende physikalische Zusammenhänge, - können einfache physikalische Problemstellungen analysieren und berechnen, - sind in der Lage, Messwerte experimentell aufzunehmen und nach wissenschaftlichen Regeln auszuwerten. Weiterhin sollen folgende Schlüsselkompetenzen erzielt werden. Die Studierenden: - beherrschen eine wissenschaftliche Herangehensweise, - sind in der Lage, mathematisches Grundlagenwissen anzuwenden, - besitzen Präsentationskompetenz durch Darstellung und Diskussion in Kolloquien, besitzen Teamfähigkeit durch Selbstorganisation von Praktikums-Teams.
Inhalt:	Labor — SWS Ausgewählte Versuche zu den Inhalten der Vorlesung. — 2
Verwendbarkeit des Moduls:	Zusammenhang des Moduls mit anderen Modulen des Studiengangs und Verwendbarkeit in anderen Studiengängen.
Zusätzliche Informationen:	Modulinterner Gewichtungsfaktor: - 0,6 Teilnote für die Vorlesung und Übung - 0,4 Teilnote für das Labor Modul-Workload (Std.), insgesamt 150, davon Präsenzzeit 70 und Selbststudium 80.
Literatur:	Giancoli Physik, Person Studies; Halliday, Resnick, Walker, Halliday Physik und Bachelor Edition, Wiley; Tipler, Physik für Ing., Wiley; Walcher, Praktikum der Physik, Teubner Studienbücher Physik

2.3 TM-TM2 | Technische Mechanik 2

Fachsem.:	2	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, Ü	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Lange I

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2,5h) oder mündl. Prüfung
Kompetenzen:	Die Studierenden sollen Kompetenzen zur Beurteilung von elastischen Bauteilen in statischen und dynamischen Systemen erwerben. Die Studierenden - können elastische Bauteile in statischen Systemen prüfen und dimensionieren - sind in der Lage, dynamische Systeme zu analysieren - können dynamisch belastete Bauteile prüfen und dimensionieren. Die erworbenen Kompetenzen bilden die Grundlage weiterführender Module in den Feldern Konstruktion / Maschinenelemente sowie Kraft- und Arbeitsmaschinen
Inhalt:	Vorlesung: Technische Mechanik 2 — SWS Grundlagen der Festigkeitslehre - Spannung und Formänderung - Zug- und Druck- sowie Schubbeanspruchung: — 3 - Biegung: Gerade Biegung - Spannungsberechnung - Axiale Flächenträgheitsmomente - Schiefe Biegung - Formänderung - Differentialgleichung der Biegelinie - Torsion von Wellen mit Kreis- oder Kreisringquerschnitt - Dünnwandige Querschnitte - Schubbelastung - Stabilitätsprobleme – Knickung

	Grundlagen der Dynamik: - Kinematik: Allgemeine Bewegung – Systeme und Relativbewegung - Kinetik: Grundprobleme der Kinetik - Prinzip der Energieerhaltung in der Mechanik - Prinzip der Impulserhaltung - Bewegung starrer Körper und von Systemen starrer Körper - Schwingungen	
	Übung: Technische Mechanik 2	
	Übungsaufgaben zu den Inhalten der o.g. Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	Beschreibung zusätzlicher Informationen zum Modul, bspw. Zeitpunkt der Prüfung/en bei zweisemestrigen Modulen, Prüfungsformen, etc.	
Literatur:	Holzmann Meyer Schumpich: Technische Mechanik in 3 Bänden. Teubner Verlag, Stuttgart; Motz, Cronrath: Übungsbuch zur Technischen Mechanik; Beer, P. Ferdinand; Johnston Jr., E. Russel: Vector Mechanics for Engineers. McGraw-Hill; Beer, P. Ferdinand; Johnston Jr., E. Russel: Mechanics of Materials. McGraw-Hill; Russell C. Hibbeler: Technische Mechanik in 3 Bänden. Pearson Studium, München.	

2.4 TH-THG | Thermodynamik Grundlagen

Fachsem.:	2	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, Ü	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine		
Verantwortlich:	Ritzenhoff		
Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung: –
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung	
Kompetenzen:	Die Studierenden - kennen die Begriffswelt der Thermodynamik; - können die Bilanzierungs- und Stoffgesetze anwenden sowie die Zustandsänderungen in einfachen Systemen bzw. Prozessen erklären; - können damit Prozesse bzw. Kreisprozesse, die einphasig mit einem Stoff arbeiten, thermodynamisch auslegen. .	
Inhalt:	Vorlesung: Thermodynamik 1	SWS
	Grundlagen der Thermodynamik - Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen - Isolierte, geschlossene und offene Systeme - Aufstellen von Bilanzen, Erhaltungssätze, Massen-, Energiebilanz - Arbeit und Wärme Zustandsänderungen idealer Gase - in isolierten Systemen - in geschlossenen Systemen - in offenen Systemen Einfache Kreisprozesse (Carnot-Prozess, Joule-Prozess, etc.). Irreversible Zustandsänderungen (nicht umkehrbare Vorgänge): - der Begriff der Entropie und Exergie, - die Vorgänge beim Drosseln und Mischen. reale Stoffe: - Zustände der festen, flüssigen und gasförmigen Phase, - Zustandsgleichungen, Zustandsdiagramme realer Stoffe.	3
	Übung: Thermodynamik 1	
	Übungsaufgaben zu den Inhalten der o.g. Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	–	
Literatur:	Baehr, H.D., Cerbe/Hoffmann, Potter/Somerton	

2.5 CH-OCB | Organische Chemie, Biochemie

Fachsem.:	2	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Formal: Chemie Grundlagen, Thermodynamik Grundlagen Inhaltlich: Chemie Grundlagen, Thermodynamik Grundlagen
Verantwortlich:	Cudic

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	V

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Vorlesung: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündl. Prüfung Labor: praktischer Versuch mit Auswertung
Kompetenzen:	Die Studierenden - verstehen die grundlegenden Methoden und Prozesse der organischen und Biochemie - sind in der Lage grundlegende Methoden und Prozesse der organischen und Biochemie zu berechnen, erfassen und bewerten. - entwickeln ein Verständnis für organisch-chemische Prozesse in Hinsicht auf die Umsetzung in verfahrenstechnische Prozesse und Anlagen

Inhalt:	Vorlesung: Organische Chemie, Biochemie	SWS
	Verbindungen der organischen Chemie: - chemische Bindung, - Nomenklatur. - Verbindungsklassen, - chemisch-physikalische Eigenschaften, - Reaktionsvermögen, - Bedeutung, Herstellung und Verwendung. - Energiebilanzen (s. chemische Thermodynamik), Reaktionsmechanismen, Reaktionskinetik. - Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit; Umweltaspekte .	3
	Labor: Organische Chemie, Biochemie	

	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	(1a) Chemie: einfach alles / Peter W. Atkins; Jo A. Beran; Weinheim [u.a.]: VCH, jede Ausgabe, (1b) Chemistry: Molecules, Matter, and Change / Loretta Jones; Peter Atkins; New York: Freeman, any edition (2) Organic Chemistry / L.G. Wade, Jr., New Jersey: Prentice-Hall, Inc., any edition, (3) Chemie für Ingenieure / Jan Hoinkis, Eberhard Lindner, Wiley-VCH, jede Ausgabe.	

2.7 AL-NE2 | Klimawandel, Klimafolgenanpassung

Fachsem.:	2	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	S, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und erfolgreiche Prüfungsteilnahme: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung
Kompetenzen:	Dieses Modul versteht sich im Kontext BNE und soll auch ein Angebot für alle Studierenden der Hochschule Bremerhaven sein. Die Studierenden: - kennen die Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels; - können mit eigenen Maßnahmen zum Stoppen des Klimawandels beitragen; - kennen Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung; - können persönliche Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung realisieren.

Inhalt:	Seminar: Klimawandel und Klimafolgenanpassung	SWS
	Zunächst werden die Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels wissenschaftlich fundiert behandelt. Anschließend erstellt jede/r Studierende mit Hilfe von Online-CO_2-Rechnern ihren individuellen CO_2-Fußabdruck und entwickelt dann eigene Maßnahmen bzw. Aktivitäten, um selbst konkret zum Stoppen des Klimawandels beizutragen. Weiterhin werden Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung betrachtet, und zwar sowohl historisch realisierte Maßnahmen als auch aktuelle Innovationen. Dazu wird entsprechend recherchiert, analysiert und bewertet. Ein besonderer Fokus wird auf persönlich umsetzbare Maßnahmen gelegt.	3

	Labor: Klimakoffer	
	Ausgewählte Experimente im Kontext des Seminars.	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe BNE; Studium Generale	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Umweltbundesamt: Häufige Fragen zum Klimawandel. <Web-Link> . WWF: Klimawandel - Die größte Bedrohung für unseren Planeten. <Web-Link> .	

3.1 MA-AN2 | Mathematik 3: Analysis 2

Fachsem.:	3	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, Ü	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Kenntnisse MA-AN1
Verantwortlich:	Lindemann

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2,5 h) und mündl. Prüfung

Kompetenzen:

In diesem Modul werden die Kompetenzen zur Beschreibung und Charakterisierung komplexer technischer und naturwissenschaftlicher Vorgänge erweitert, so dass die Studierenden komplexe Sachverhalte analysieren und einordnen können.

Die Studierenden

- können Funktionen von mehreren Veränderlichen charakterisieren und in wesentliche Teile auflösen
- und die erworbenen Kompetenzen aus dem Modul MA-AN1, i.B. aus der Differential- und Integralrechnung, auf diese Funktionen erweitern
- sind in der Lage, Funktionen mehrerer Veränderlicher zur Modellbildung zu verwenden
- können gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen erkennen, charakterisieren, Lösungen ggfs. finden und auf Ihre Relevanz prüfen
- können gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen zur Modellbildung anwenden und Lösungen analysieren und begründen
- verstehen generalisierte Konzepte der Transformation und können diese anwenden und Folgerungen analysieren und bewerten
- können speziell die Laplace-Transformation anwenden
- können skalare und Vektorfelder charakterisieren
- sind in der Lage, Operationen auf Feldern zu beschreiben, zu analysieren und auf Modelle zu übertragen

Inhalt:	Vorlesung: Analysis 2	SWS
	Einleitung und Motivation reeller Funktionen mehrerer Veränderlicher: - Differentialrechnung - Integralrechnung Differentialgleichungen: - Differentialgleichungen 1-ter Ordnung - Differentialgleichungen höherer Ordnung, Systeme 1.-ter Ordnung - Lineare Differentialgleichungen - Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten - Anfangswertaufgaben und Randwertaufgaben - Partielle Differentialgleichungen Vektoranalysis: - Ebene und räumliche Kurven - Flächen im Raum - Skalar- und Vektorfelder Transformationen: - Laplace-Transformation	3
	Übung: Analysis 2	
	Übungsaufgaben zu den Inhalten der o.g. Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	–	
Literatur:	Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler (Bände 1&2), Burg, Haf, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure (Band 3), Croft et al. Mathematics for Engineers, Person studies	

3.2 IT-CPI | Computerprogrammierung

Fachsem.:	3	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Lindemann

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	B/R

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündliche Prüfung Labor: Projektarbeit (Bericht) oder schriftlich ausgearbeitetes Referat
Kompetenzen:	Der Kurs vermittelt Grundlagen und Methoden moderner Programmiertechniken. Die Studierenden besitzen praktische Erfahrungen im selbständigen Lösen von Programmieraufgaben in einer integrierten Entwicklungsumgebung. Die Studierenden haben die Fähigkeit, - Anforderungen und Spezifikationen für Softwareprojekte zu analysieren, umzusetzen und zu verifizieren - Software modular zu strukturieren und eine Softwarearchitektur zu entwerfen - Softwaremodule zu entwerfen und zu implementieren - Daten effizient zu modellieren und einzubinden - Softwaremodule zu testen und auf Fehler zu untersuchen - Programme in kleineren Projektteams zu erstellen Die Studierenden besitzen folgende weitere Kompetenzen: - Verständnis der Begriffe Algorithmen, Daten und Programme - Kenntnis elementarer Algorithmen zur Berechnung, Steuerung, Ein- und Ausgabe - Wissensgrundlagen zu Aufbau und Programmierunterschieden zwischen PC und eingebetteten Systemen Darüber hinaus kennen die Studierenden Grundlagen des Software-Projektmanagements für kleinere Softwareprojekte hinsichtlich Softwarequalität, Kosten, Zeit und Risiken
Inhalt:	Vorlesung: Computerprogrammierung — SWS

	Anhand einer höheren Programmiersprache werden folgende Programmierkonzepte vermittelt: **Erste Schritte: -** Computer- und Programmaufbau, Ein- und Ausgabe, Kompilieren, Linken. **Mit Daten arbeiten: -** Binärsystem: Bits und Bytes, Zweierkomplement, Datentypen, PC vs. Embedded. **Entscheidungen: -** Bedingte Anweisungen, Verzweigungen, Logische Verknüpfungen, Fallunterscheidungen. **Wiederholen von Programmteilen: -** Schleifen. **Funktionen: -** Funktionsparameter, Rückgabewerte, Prototypen. **Arrays und Zeichenketten: -** Felder, Zeichenketten, Verknüpfungen, Vergleiche, Variablen, Konstanten; **-** Datentypen, Sichtbarkeit, lokal und global, Speicherklassen, casts und Typumwandlungen, Konstanten. **Zeiger: -** Adressen, Pointervariablen, Pointerarithmetik. **Shell und Konsole benutzen: -** Kommandozeilenzugriff. **Dateizugriffe: -** Öffnen, Schliessen, Lesen, Schreiben.	2
	Labor: Computerprogrammierung	
	Laborübungen am PC zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte.	2
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Erlenkötter, H. „C – Programmieren von Anfang an“, rororo, 20. Aufl., 2012 Kernighan, B. W., Ritchie, D. M. „Programmieren in C“, Hanser, 1990 Prinz, P. „C. Kurz und gut“, O'Reilly, 2002 Link: http://de.wikibooks.org/wiki/C-Programmierung Link: https://openbook.rheinwerk-verlag.de/c_von_a_bis_z/ Link: https://openbook.rheinwerk-verlag.de/it_handbuch/	

3.3 ET-ETV | Elektrotechnik Grundlagen für Verfahrenstechnik

Fachsem.:	3	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Klobes

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	V

Voraussetzung zur Vergabe CP:

Prüfungen bestanden:

Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 min);

Labor: praktische Versuche mit Auswertung

Kompetenzen:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- grundlegende Bauteile der Elektrotechnik (Widerstand, Spule, Kondensator, Diode und Transistor) zu erkennen sowie ihre Funktionsweise zu beschreiben,
- elektrische und magnetische Felder in einfacher Form zu berechnen und ihren Einsatz in der Verfahrenstechnik zu bewerten,
- Halbleiter von Metallen abzugrenzen und das Bändermodell zu erläutern,
- Wechselstrom und Gleichstrom gegenüberzustellen und Wechselstromimpedanzen einfacher Schaltungen zu berechnen und
- eigenständig einfache elektrotechnische Messungen statischer und zeitabhängiger Vorgänge durchzuführen.

Inhalt:

Vorlesung Elektrotechnik für Verfahrenstechnik	SWS
• Elektrische Grundbegriffe: Ladung, Strom, Spannung, Potenzial, Leistung, Wirkungsgrad, Knoten, Masche, Zweig • Widerstandsnetzwerke und ihre Berechnung • Einfache Schaltungstypen (Stern, Dreieck, Brücken) • Elektrisches Feld, Dielektrikum, Kondensator • Magnetische Feld, Materie im Magnetfeld, Spule • Leiter, Halbleiter und Isolatoren: Bändermodell und Dotierung • Diode und Bipolartransistor sowie deren Kennlinien • Grundlegende Wechselstromtechnik und komplexe Darstellung	3

	• Wechselstromimpedanzen von Widerstand, Spule und Kondensator • Transformator und Filterschaltungen • Induktionsgesetz • Leistungsberechnung und Wirkungsgradbestimmung	
	Labor Elektrotechnik für Verfahrenstechnik	
	• Umgang mit und Bedienung von grundlegenden elektrotechnischen Geräten: Funktionsgenerator, Netzteil, Volt- und Amperemeter • Aufbau von und Messung in Gleichstromnetzwerken • Strom- und spannungsrichtiges Messen • Benutzung eines Oszilloskops und Kennlinienbestimmung von Filterschaltungen • Aufnahme einer Diodenkennlinie	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul greift Inhalte der Grundlagenmodule der Mathematik und Physik auf und wendet diese auf die Elektrotechnik an. Das Modul legt die Grundlagen für das Modul zur Mess- und Regelungstechnik sowie zu den Modulen zu regenerativen Energien.	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	T. Harriehausen, D. Schwarzenau, „Moeller Grundlagen der Elektrotechnik“, Springer W. Weißgerber, „Elektrotechnik für Ingenieure – Klausurrechnen“, Springer W.-E. Büttner, „Grundlagen der Elektrotechnik 1“, Oldenbourg Verlag W.-E. Büttner, „Grundlagen der Elektrotechnik 2“, Oldenbourg Verlag E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst, „Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler“, Springer W. Demtröder, „Experimentalphysik 2“, Springer	

3.4 TH-TF1 | Wärmeaustausch, Strömungslehre

Fachsem.:	3	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Formal: MA-AN1, MA-LIN, TM-TM1, TM-TM2
Verantwortlich:	Ritzenhoff

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung; modulinterne Gewichtung: 50% Wärmeaustausch, 50% Strömungslehre
Kompetenzen:	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, einfache Strömungsprozesse sowie Formen der Energieübertragung durch Wärme zu berechnen. A: Strömungslehre: Auf Basis physikalischer Grundlagen beherrschen die Absolventen grundlegende Beziehungen der Hydrostatik und der Fluiddynamik, der Grenzschichttheorie und gängige Methoden in der Aufstellung und Anwendung von Impuls- und Energiebilanzen. Gesetzmäßigkeiten der laminaren und turbulenten Strömung, der Grenzschichtbildung sowie Rohrströmungen für kompressible und inkompressible Fluide und die Umströmung von Körpern sind ihnen bekannt. B: Wärmetransport: Auf der Basis thermodynamischer Grundlagen und exakter Energiebilanzen beherrschen die Absolventinnen und Absolventen stationäre und instationäre Wärmeleitung und Wärmeübertragung sowie die Auslegung von einfachen, technischen Wärmeübertragungssystemen. Sie kennen die Bedeutung von dimensionslosen Kennzahlen und wenden sie richtig an. Sie integrieren erfolgreich physikalische Phänomene wie Phasenänderung oder Strahlung in die Bewertung von Prozessen.

Inhalt:	Vorlesung: Strömungslehre	SWS
	- Fluidstatik, Kräftegleichgewichte, Auftrieb - stationäre Strömungen inkompressibler Fluide, Bernoulli–Gleichung - Unterscheidung von Strömungszuständen - Druckverlustberechnung, Leitungs- und Anlagenkennlinien	2

	- Umströmung von Körpern / Tragflächen, Grenzschichtphänomene - Impuls- und Drallsatz, Druckstoßberechnung - Strömung kompressibler Fluide, erweiterte Bernoulli–Gleichung
	Vorlesung: Wärmeaustausch
	- Grundlagen der Wärmeübertragung 2 - konduktiver Wärmetransport in eindimensionalen Systemen - konvektiver Übergang bei erzwungener und freier Strömung - Stationärer und instationärer Wärmetransport - Wärmestrahlung - Kennzahlen der Wärmeübertragung / Dimensionsanalyse - Wärmedurchgang - Auslegung von Wärmetauschern
Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	Bohl: Technische Strömungslehre, Vogel Verlag; Zierep: Grundzüge der Strömungslehre, Springer Verlag; Kalide: Technisch Strömungslehre, Carl Hanser Verlag; Wagner, Fischer, Frommann: Strömungs- und Kolbenmaschinen, Verlag Vieweg & Sohn; Wagner, W: Wärmeübertragung, Vogel-Fachbuch; Baer, H.-D.: Heat and Mass Transfer, Springer Verlag; VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0.

3.5 VT-MVG | Verfahren Mechanischer Art

Fachsem.:	3	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94
Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Modulprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung (Gewichtung 50%) Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Gewichtung 50%)		
Kompetenzen:	Die Studierenden sind in der Lage, sowohl die Begriffswelt der Partikeltechnologie als auch die der mechanischen Verfahrenstechnik zu erklären. Mechanische Prozesse können bezüglich Qualität und Quantität bewertet werden. Die dazugehörigen Apparate und Anlagen können ausgelegt werden. Auswirkungen verschiedener Maßnahmen an ausgewählten Anlagen können erklärt werden.		
Inhalt:	Vorlesung: Grundlagen Mechanische Verfahren		SWS
	Kennzeichnung von Partikelkollektiven: - spez. Oberfläche, Porosität, Schüttwinkel, Sauterdurchmesser etc. - Größenverteilung und Verteilungsfunktionen, Eigenschaften von Haufwerken Bewertung disperser Stoffsysteme: - Bewegung von Teilchen, Schwarmteilchen - Trennerfolg, Abscheidegrad und Trennschärfe - Mischungszustand disperser Stoffsysteme - Fluidströmung in Packungen (Festbett, Wirbelbett, Filtration))		2
	Labor: Grundlagen Mechanische Verfahren		
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung		2
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe Grundlagen Verfahrenstechnik		
Zusätzliche Informationen:	Beschreibung zusätzlicher Informationen zum Modul, bspw. Zeitpunkt der Prüfung/en bei zweisemestrigen Modulen, Prüfungsformen, etc.		
Literatur:	Zogg, M. „Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik“, Stieß, M. „Mechanische Verfahrenstechnik I +II“		

3.6 AL-NE3 | Ökobilanzierung

Fachsem.:	3	CP:	5	Sprache:	D
Lehrform:	S, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und erfolgreiche Prüfungsteilnahme: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung
Kompetenzen:	Dieses Modul versteht sich im Kontext BNE und soll auch ein Angebot für alle Studierenden der Hochschule Bremerhaven sein. Die Studierenden: - kennen die Begriffe im Kontext Ökobilanzierung sowie relevante Wirkungskategorien und -indikatoren; - kennen einschlägige Software-Produkte zur Ökobilanzierung sowie gängige Datenbanken; - können mit Hilfe entsprechender Software und Datenbanken Ökobilanzen einenständig erstellen; - können Ökobilanzierungen zur Prozessoptimierung für eine Nachhaltige Produktion nutzen.

Inhalt:	Seminar: Ökobilanzierung	SWS
	Im Rahmen des Seminars werden u.a. behandelt: - Gründe für Ökobilanzierungen - Grundsätze der Ökobilanzierung - Vorgehensweise bei einer Ökobilanzierung * Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen, * Sachbilanz, * Wirkungsabschätzung,	2

	* Auswertung. - verwandte Lebenszyklusanalysen (Kosten, Soziales)	
	Labor: Ökobilanzierung	
	Im PC-Labor wird mit spezieller Software zur Nachhaltigkeitsbilanzierung anhand von praktischen Beispielen eine Ökobilanz erstellt.	2
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe BNE; Studium Generale	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	DIN EN ISO 14044:2021-02 , Beuth-Verlag, DOI: 10.31030/3179656 ; European Platform on LCA (EPLCA), eplca.jrc.ec.europa.eu ; OpenLCA Software, www.openlca.org ; ECOINVENT Datenbank, ecoinvent.org .	

4.1 WE-WK1 | Werkstoffkunde

Fachsem.:	4	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	1				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Camin

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	V

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Vorlesung: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung Labor: praktischer Versuch mit Auswertung
Kompetenzen:	Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen Struktur, chemischer Zusammensetzung und Eigenschaften von Stahl und sind in der Lage, diese gezielt zu beeinflussen. Die Studierenden verstehen das Prinzip der Werkstoffnormung und können Stähle normgerecht benennen. Sie werden die wichtigsten zerstörenden und zerstörungsfreien Werkstoffprüf-verfahren sachgemäß einsetzen und interpretieren können. Die Studierenden können einfache Versuchsberichte auf wissenschaftlicher Basis erstellen.

Inhalt:		SWS
	Vorlesung: Werkstoffkunde 1	
	- Struktur der Werkstoffe - Gefüge der Metalle - Konstitution metallischer Werkstoffe - Phasenumwandlungen und Diffusion - Wärmebehandlungen - Formgebungsverfahren - Stähle - Werkstoffprüfung (Theorie und Praktikum)	3
	Labor: Werkstoffkunde 1	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung	1

Verwendbarkeit des Moduls:	Teil des allgemeinen Grundstudiums des Fachbereichs 1
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	Schatt, W.: Werkstoffwissenschaften, Wiley-VCH, Weinheim, 2007 Seidel, W.: Werkstofftechnik, Hanser-Verlag, München, 2012 Roos, E., Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure, Springer Verlag, Berlin, 2005 Shackelford, J.F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure, Pearson Studium, München, 2005 Weißbach, W.: Werkstoffkunde, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010 Schumann, Oertel: Metallographie, Whiley-VCH Verlag, Weinheim, 2005 Ashby, M.F., Jones, D.R.H.: Werkstoffe 1: Eigenschaften, Mechanismen und Anwendungen, Elsevier GmbH, München, 2006

4.2 WP-ALL | Wahlmodul (allgemein)

Fachsem.:	N.N.	CP:	5	Sprache:	D/E
Lehrform:	N.N.	SWS:	N.N.	Turnus:	N.N.
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine		
Verantwortlich:	N.N.		
Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	N.N.	N.N.	N.N.
Prüfungsform:	N.N.	Studienleistung:	N.N.
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.		
Kompetenzen:	Durch eine Wahlveranstaltung wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, im Rahmen eines insgesamt verschulten Ingenieurstudiums eigene Akzente zu setzen und die Individualität der persönlichen Ausbildung zu steigern..		
Inhalt:	Lehrveranstaltung: Vorlesung oder Seminar oder Übung oder Labor		SWS
	Die Inhalte werden zu Beginn des Semesters in einem jeweiligen Wahlpflichtkatalog veröffentlicht. Neben den speziell hier aufgeführten Veranstaltungen gelten alle Pflichtveranstaltungen der ingenieurtechnischen Studiengänge (Fachbereich 1) sowie aus dem Studium Generale als mögliche Wahlpflichtveranstaltung (für nähere Informationen, siehe BPO-SPE). Insgesamt sind ein oder mehrere Module im Umfang von (min.) 5 ECTS-Leistungspunkten zu belegen.		N.N.
	-		
	-		-
Verwendbarkeit des Moduls:	-		
Zusätzliche Informationen:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.		
Literatur:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.		

4.3 ET-MRL | Mess- und Regelungstechnik

Fachsem.:	4	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S, L	SWS:	3,5	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Formal: MA-AN1, MA-AN2, MA-LIN, ET-ETV
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	49	101

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung oder Portfolioprüfung		

Kompetenzen:

In dem Modul werden grundlegende Fähigkeiten vermittelt, die für eine Automatisierung von Anlagen und Industrieprozessen erforderlich sind.
Die Studierenden

- können technische Systeme analysieren und Modelle für eine Automatisierung von Anlagen erstellen;
- beherrschen Methoden, die das dynamische Verhalten von Prozessen beschreiben;
- sind befähigt, die technische Nutzbarkeit von Anlagen durch Steuerungen und elementare Regelungen zu erhöhen können die Parameter von Regelkreisen praktisch auslegen.

Inhalt:

Seminar: Messen, Regeln, Steuern, Leittechnik	SWS
- Instrumentierung elektrischer und nichtelektrischer Größen (Position/Winkel, Druck, Temperatur, Durchfluss, Füllstand, (E)MSR-Kennzeichnungssystem) - Technische Signale und Systeme (analog, zeitdiskret, wertediskret, digital, Echtzeit) - Steuerung (Schütz- und Relaislogic, ; SPS) - Aufbau einfacher Steuerungen und Regelungen - analytische Modellierung von Systemen (Linearisierung, Zustandsraumdarstellung, Laplacetransformation, Übertragungsfunktion, Blockschaltbilder)	2

	- experimentelle Modellierung von Systemen (Sprungantworten, Zeitprozentkennwertmethode, PT_1T_T-Modell) - Regelung (analoge und diskrete P-, PI-, PID-Regler, Einstellregeln nach Ziegler/Nichols und Chien/Hrones/Reswick, Nyquist-Diagramm, Bode-Diagramm) - Experimenteller Aufbau einfacher Regelkreise	
	Labor: Messen, Regeln, Steuern, Leittechnik	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten des Seminars	1,5
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe Grundlagen Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	W. Roddeck: *Einführung in die Mechatronik*, Vieweg, ISBN 978-3834816221; G. Wellenreuther u. D. Zastrow: Automatisierung mit SPS, Vieweg, ISBN 978-3834815040; Unbehauen, H.: *Regelungstechnik I,* Vieweg, ISBN 978-3834804976; Lutz, H.; Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik, Harri Deutsch, ISBN 978-3817117499.	

4.4 TH-TF2 | Stoffaustausch, Mehrphasenströmung

Fachsem.:	4	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Formal: TH-TF1
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:

Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
150	56	94

Prüfungsform:	K/M .	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung; modulinterne Gewichtung: 50% Stoffaustausch; 50% Mehrphasenströmung
Kompetenzen:	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, durch technische Berechnungen Stofftransportprozesse und in Ein- und Mehrphasensystemen zu bewerten. Sie erkennen Gesetzmäßigkeiten von mehrphasigen Systemen wie Partikel- oder Blasenströmungen und legen technische Apparate wie Zyklone, Sedimentationsbecken, pneumatische Transportsysteme oder Wirbelschichtverbrennungen überschlägig richtig aus. Sie beherrschen den konduktiven und konvektiven Stofftransport und legen erfolgreich technische Stofftransportapparate wie Verdampfer, Befeuchter oder Trockner aus.

Inhalt:	Vorlesung: Stoffaustausch	SWS
	Grundlagen (Analogie zwischen Wärme- und Stofftransport) - Zweiseitige Diffusion in eindimensionalen Systemen - Einseitige Diffusion (Stefanscher Verdrängungsstrom) - Grenzschichtphänomene (Anwendung im Fallfilm) - Instationärer Stofftransport (Trocknung und Adsorption) - Auslegung mit logarithmischer Konzentrationsdifferenz - Auslegung mit NTU-Methodik	2
	Vorlesung: Mehrphasenströmung	

	Grundlagen der Strömungslehre in Mehrphasensystemen 2 - Definition kontinuierlicher und disperser Phasen - Berechnung von Sink- und Aufstiegsgeschwindigkeiten - Anwendung in der Partikeltechnologie - Transport- und Trennapparate - Anwendung in Blasensystemen - Belüftungs- und Reaktionssysteme
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe Grundlagen Verfahrenstechnik
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	Zogg, M.: Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik, Teubner Verlag; Zogg, M.: Wärme- und Stofftransport, Sauerländer Verlag; Wagner, W: Wärmeübertragung, Vogel-Fachbuch; Baer, H.-D.: Heat and Mass Transfer, Springer Verlag.

4.5 VT-TVG | Verfahren thermischer Art

Fachsem.:	4	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung (Gewichtung 50%); Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Gewichtung 50%)
Kompetenzen:	Studierende sind in der Lage, verfahrenstechnische Prozesse mit thermischen Grundoperationen hinsichtlich der Qualität und Quantität zu bewerten und entsprechende Apparate und Anlagen zu betreiben.

Inhalt:		
	Vorlesung: Grundlagen Thermische Trennverfahren	SWS
	In nachfolgenden Veranstaltungen des Studiums können folgende Lehrinhalte – wenn auch nicht im Einzelnen ausführlich behandelt – als bekannt vorausgesetzt werden:	2

Grundlagen:

technische Konzentrationsangaben, Konzentrationsdiagramme, Hebelgesetz, Phasengleichgewichte, Stoff- und Energiebilanzen

Destillation und Rektifikation:

Siedediagramm, McCabe-Thiele-Diagramm, ideale u. reale Gemische, Bestimmung theoretischer Trennstufen (Stufenkonstruktion nach McCabe-Thiele), Bestimmung Rücklauf- u. Verstärkungsverhältnis, Short Cut Methoden

Flüssig-Flüssig-Extraktion:

Auswahl von Lösungsmitteln, Kreuzstromextraktion, Gegenstromextraktion, Pol-Konstruktion zur Bestimmung der theoretischer Trennstufen

	Technische Realisierung: Verdampfer, Kondensatoren, Kolonnen, Kolonneneinbauten, Mischer-Abscheider	
	Labor: Grundlagen Thermische Trennverfahren	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung	2
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe Grundlagen Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Schwister, Karl; Leven, Volker: Verfahrenstechnik für Ingenieure (ISBN 978-3-446-43070-9); Sattler, Klaus; Adrian, Till Thermische Trennverfahren (ISBN: 978-3-527-33896-2); VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0).	

4.7 AL-NE4 | Nachhaltigkeitsprojekt

Fachsem.:	4	CP:	5	Sprache:	D/ E
Lehrform:	S, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und erfolgreiche Prüfungsteilnahme: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung
Kompetenzen:	Dieses Modul versteht sich im Kontext BNE und soll auch ein Angebot für alle Studierenden der Hochschule Bremerhaven sein. Die Studierenden: - kennen die Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere auf lokaler Ebene, vor Ort; - können auf lokaler Ebene Nachhaltigkeitsprojekte planen und realisieren und so selbst aktiv für Verbesserungen sorgen.

Inhalt:	Seminar: Nachhaltigkeitsprojekt	SWS
	Im Rahmen dieses Seminars werden in studentischen Gruppen konkrete Projekte bearbeitet, für mehr Nachhaltigkeit auf dem Campus, der Stadtmitte, ganz Bremerhaven und umzu. Die Studierenden können im Rahmen dieser Vorhaben eigene Ideen zur Umsetzung bringen. Beispiele für mögliche Themen-/Aufgabenstellungen sind:: Regenwassernutzung, Beschattung, Artenvielfalt, Urban Farming, Mülltrennung, Bioabfallverwertung, Repair-Cafes etc. Die Vorhaben sollen praxisnah realisiert werden, wobei externe Kooperationspartner einbezogen werden können. Theoretisches erworbenes Wissen zum Projektmanagement wird praktisch im Rahmen des Nachhaltigkeitsprojekt angewendet:	3

	- Phase #1: Bei der Projektentwicklung wird zunächst ein Projektplan entwickelt, dessen Chancen und Risiken abgeschätzt und in ein Projektkonzept überführt. - Phase #2: Die eigentliche Projektumsetzung erfolgt, wobei Methoden der Prozesssteuerung angewendet werden und der Projektablauf bei Bedarf angepasst wird. - Phase #3: Zum Projektabschluss: wird überprüft, ob die Projektziele erreicht wurden. Dazu wird das Vorhaben evaluiert, kritisch reflektiert und das Ergebnis in einem Projektbericht zusammengefasst. Im Rahmen des Seminars erfolgt eine Einführung, die Unterstützung und Begleitung der Gruppenprojekte durch individuelle Beratung durch Lehrende sowie die kollegiale Beratung der Studierenden untereinander	
	Labor: Nachhaltigkeitsprojekt	
	Flankierende experimentelle Untersuchungen zu den Gruppenprojekten.	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe BNE; Studium Generale	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Süß, Gerda (2009): Modernes Projektmanagement. ISBN 978-3827682147. Tumuscheit, Klaus (2007): Überleben im Projekt. 10 Projektfallen und wie man sie umschifft. ISBN: 978-3636012913. weitere Empfehlungen zu den konkreten Projektthemen.	

5.1 VT-MSV | Modellbildung und Simulation

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S, L	SWS:	3,5	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltliche: IT-CPI und Vorlesungen aus dem 3. Semester		
Verantwortlich:	Gottschalk		
Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	49	101

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und der PF-Prüfung gem. Bekanntmachung mit Veranstaltungsbeginn		
Kompetenzen:	Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, verfahrenstechnische Prozesse durch praktische Maßnahmen - insbesondere durch Simulation - zu bewerten. Sie sind in der Lage, einfache verfahrenstechnische Apparate wie Wärmetauscher oder Zyklone zu modellieren, in entsprechenden Rechnerprogrammen abzubilden und anschließend zu optimieren. Sie kennen die Gesetzmäßigkeiten zur Programmierung verschiedenartiger Softwaretools und Simulationen aus Sicht der Anwender. Sinn und grundsätzliche Strukturen der Objektprogrammierung sind ihnen vertraut.		
Inhalt:	Seminar: Modellbildung und Simulation		SWS
	Grundlagen der Stoffdatenermittlung (Experimente, Datenbanken für Reinstoff- und Gemischdaten, Berechnungsmethoden). Modellbildung und Simulation aus diversen Bereichen der Verfahrenstechnik z.B.: Dampfdruckermittlung reiner Stoffe und Mischungen, Stoffdatenermittlung, Wärmetauscher, thermische und mechanische Trennapparate (z.B. Rektifikationskolonnen oder Zyklone).		2
	Labor: Modellbildung und Simulation		
	Laborübungen am PC zur Vertiefung der Seminarinhalte, z.B.: - Verwendung von MS-Excel in Kombination mit Visual Basic (VBA) - Verwendung von Software zur stationären Fließbild-Simulation (z.B. Aspen Plus®, Aspen HYSYS®).		1,5
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe Grundlagen Verfahrenstechnik		
Zusätzliche Informationen:	-		
Literatur:	Schwister, Karl; Leven, Volker: Verfahrenstechnik für Ingenieure (ISBN 978-3-446-43070-9); Sattler, Klaus; Adrian, Till Thermische Trennverfahren (ISBN: 978-3-527-33896-2); VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0). Modelling and Simulation, VCH-Verlag; Handbücher für Simulationsprogramme.		

5.2-5.6 WP-NV | Wahlpflicht

Fachsem.:	N.N.	CP:	20	Sprache:	D/E
Lehrform:	N.N.	SWS:	N.N.	Turnus:	N.N.
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	N.N.

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	N.N.	N.N.	N.N.

Prüfungsform:	N.N.	Studienleistung:	N.N.

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.
Kompetenzen:	Durch eine Wahlveranstaltung wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, im Rahmen eines insgesamt verschulten Ingenieurstudiums eigene Akzente zu setzen und die Individualität der persönlichen Ausbildung zu steigern..

Inhalt:		
	Lehrveranstaltung: Vorlesung oder Seminar oder Übung oder Labor	SWS
	Liste der Wahlpflichtmodule:	N.N.
	(wähle 4 aus 6)	
	NV-EW1 Energieumwandlung / Energieeffizienz	
	NV-REG1 Regenerative Energien 1	
	NV-BTP Biologie Verfahrenstechnik	
	NV-CCS CO_2-Abtrennung und -Speicherung	
	NV-WTG Wassertechnologie	
	NV-AAB Apparate- und Anlagenbau	
	-	
	-	-

Verwendbarkeit des Moduls:	-

Zusätzliche Informationen:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.
Literatur:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.

5.6 PJ-PST | Verfahrenstechnisches Gruppenprojekt

Fachsem.:	5, 6	CP:	5	Sprache:	D/E
Lehrform:	S, L	SWS:	5	Turnus:	WiSe, SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltliche: Verfahrenstechnische Grundlagenfächer bis einschl. 4. Fachsemester
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	70	80

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Die Portfolio-Prüfung beinhaltet die Teilprüfungsleistungen: Aktive Projektarbeit einschl. Berechnungen (modulinterne Gewichtung 1/3), Abschlussbericht (modulinterne Gewichtung 1/3), Präsentation mit anschl. Diskussion (modulinterne Gewichtung 1/3).
Kompetenzen:	Das Modul dient der Vorbereitung auf die Bachelorarbeit und das künftige Berufsleben. Einerseits schult es die Auseinandersetzung mit einer komplexen ingenieurmäßigen Aufgabenstellung in einem realen betrieblichen Kontext. Andererseits schult es auch die Teamfähigkeit des Studierenden durch Bearbeitung des Vorhabens als Kleingruppenarbeit (mit jeweils ca. 5 Studierenden). Weiterhin werden Kompetenzen des Projektmanagements zur Organisation und Leitung von Projekten vermittelt. Die Studierenden kennen verfahrenstechnische Fragestellungen aus der betrieblichen Praxis und können diese bearbeiten. Die Studierenden kennen ausgewählte Methoden der verfahrenstechnischen Investitions- und Betriebskostenschätzung und verstehen Kriterien und Mechanismen betrieblicher Art. Sie sind in der Lage, vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung (Benchmarking) durchzuführen und an der Angebotsbearbeitung mitwirken zu können. .
Inhalt:	Seminar: Gruppenprojekt SPE — SWS Projektarbeit: 2,5 - Formulierung von ingenieurmäßigen Aufgabenstellungen, - Projektmanagement,

	- Zeit-Netz-Planung. Ressourcenplanung: - Ingenieurmäßiges Arbeiten im Team, - Erkennen von relevanten Schwierigkeiten, - Formulierung technischer Aufgabestellungen, - Zeit-Netz-Planung und Aufgabenverteilung, - Abstraktion von Betriebsvorgängen oder technischen Vorgängen durch mathematische Formulierung, - Sozialisation und Selbständigkeit / Kontakt zu Kommilitonen und Ausbildung interner Kompetenzen, Akzeptanz. Umgang mit externen Unternehmenseinheiten: - Erfassen der Probleme im Unternehmen, - Kommunikation mit externen Informanten, - Kritische Würdigung von externen Informationen. Projektierung: - Erfassen der technischen bzw. wissenschaftlichen Aufgabenstellung, - Arbeitsplanung, - Literaturrecherche, Bewertung vorliegender Erkenntnisse, - Versuchsaufbau, vorbereitende Berechnungen, - Versuchsplanung und -durchführung, - Modellierung und Simulation, - Beurteilung der Ergebnisse. Kostenschätzung für verfahrenstechnische Ingenieur:innen: - Investitionskostenschätzung, - Betriebskostenschätzung, - Produktionskostenschätzung, - Benchmarking. Berichterstellung: - Berichtsstrukturierung, - Form und Wortwahl bei technischen Berichten, - Dokumentation ingenieurmäßiger Ergebnisse in Schriftform, - Präsentation ingenieurmäßiger Ergebnisse in Vortragsform.	
	Labor: Gruppenprojekt SPE	
	Flankierende Laboruntersuchungen je nach Aufgabenstellung aus der betrieblichen Praxis.	2,5
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	Das Kleingruppenprojekt im Umfang von insgesamt 2,5 SWS Seminar und 2,5 SWS Labor wird im Laufe eines Studienjahrs durchgeführt und abgeschlossen. Seminar und Labor teilen sich rechnerisch hälftig auf WiSe und SoSe auf.	

Literatur:	Schwister, Karl; Leven, Volker: Verfahrenstechnik für Ingenieure (ISBN 978-3-446-43070-9); Sattler, Klaus; Adrian, Till Thermische Trennverfahren (ISBN: 978-3-527-33896-2); VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0). Modelling and Simulation, VCH-Verlag; Handbücher für Simulationsprogramme.

5.7 AL-NE5 | Technische Entwicklungshilfe

Fachsem.:	5, 6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe, SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und erfolgreiche Portfolioprüfung, gem. Bekanntmachung zu Veranstaltungsbeginn
Kompetenzen:	Dieses Modul versteht sich im Kontext BNE und soll auch ein Angebot für alle Studierenden der Hochschule Bremerhaven sein. Studierende können, ihr technisches Wissen und ihre Methodenkompetenzen praxisnah im Rahmen eines Entwicklungshilfeprojekts anwenden. Sie können innovative und nachhaltige Lösungen für technische Herausforderungen in Entwicklungsländern entwickeln und realisieren, wobei sie die regionalen sozialen und ökologischen Gegebenheiten berücksichtigen, um den Lebensstandard und die Umweltbedingungen in den betroffenen Regionen zum Positiven zu verändern. Studierenden können im Team interkulturell und interdisziplinär arbeiten und kommunizieren sowie mit Stakeholdern aus verschiedenen kulturellen und sozialen Hintergründen zusammenarbeiten.

Inhalt:	Seminar: Technische Entwicklungshilfe	SWS
	Im Rahmen dieses Seminars werden in studentischen Gruppen konkrete Projekte im Kontext technische Entwicklungshilfe bearbeitet. Die Studierenden können im Rahmen dieser Vorhaben eigene Ideen zur Umsetzung bringen. Beispiele für mögliche Themen-/Aufgabenstellungen sind: Elektrifizierung durch Photovoltaik, Regenwassernutzung, Brunnenbau, solare Wasserpumpen, Mülltrennung und Wiederverwertung etc.	3

	Die Vorhaben sollen praxisnah entwickelt und realisiert werden, wobei externe Kooperationspartner im In- und Ausland einbezogen werden können. Da die Projekte zur technischen Entwicklungshilfe üblicherweise länger andauern, werden einzelne Studierende im Rahmen dieses Moduls zu jeweils aktuell anstehenden Projektabschnitten mit ihrer vorgesehenen Workload beitragen, Neue Studierende übernehmen von ihren Vorgängern das Vorhaben und geben es zum Ende ihrer eigenen Projektbeteiligung an die nächsten Studierenden weiter. Im Rahmen des Seminars erfolgt eine Einführung, die Unterstützung und Begleitung der Gruppenprojekte durch individuelle Beratung durch Lehrende sowie die kollegiale Beratung der Studierenden untereinander.	
	Labor: Technische Entwicklungshilfe	
	Flankierende experimentelle Untersuchungen zu den aktuellen Projektthemen.	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe BNE; Studium Generale	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Süß, Gerda (2009): Modernes Projektmanagement. ISBN 978-3827682147. Tumuscheit, Klaus (2007): Überleben im Projekt. 10 Projektfallen und wie man sie umschifft. ISBN: 978-3636012913. weitere Empfehlungen zu den konkreten Projektthemen.	

6.1 VT-MKI | Machine Learning

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	3,5	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Keine
Verantwortlich:	Klobes

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	49	101

Prüfungsform:	M/B	Studienleistung:	B

Voraussetzung zur Vergabe CP:

Prüfungen bestanden:

Vorlesung: Mündliche Prüfung (Präsentation mit anschl. Diskussion) oder Hausarbeit (Bericht) zu einem spezifizierten Vorlesungsthema

Labor: Erfolgreiche (unbenotete Studienleistung) Dokumentation (Bericht) der im Labor entwickelten Lösungen der Anwendungsfälle

Kompetenzen:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage,

- grundlegende Verfahren des maschinellen Lernens zu beschreiben und deren Grenzen zu benennen,
- die Eignung von Verfahren des maschinellen Lernens für generische Fragestellungen zu bewerten,
- Daten in Bezug auf Verfahren des maschinellen Lernens zu organisieren und
- Verfahren des maschinellen Lernens auf konkrete Probleme der verfahrenstechnischen Praxis anzuwenden.

Inhalt:

Vorlesung: Machine Learning in der Verfahrenstechnik	SWS
• Abgrenzung des maschinellen Lernens von klassischen Verfahren der (statistischen) Datenauswertung • Grundkonzepte des maschinellen Lernens: Unüberwachtes und überwachtes Lernen, bestärkendes Lernen, Regression und Klassifikation • Ausgewählte Verfahren des maschinellen Lernens: k-Means, Support Vector Machine, Random Forest, künstliche neuronale Netze und deren aktuelle Varianten (z.B. Transformer) • Datengenerierung und -aufbereitung	2

	• Anwendungsbeispiele des maschinellen Lernens (Mustererkennung, Regression, Verarbeitung natürlicher Sprache)	
	Labor: Machine Learning in der Verfahrenstechnik	
	Im Labor werden reale und simulierte Daten mit Python analysiert. • Datenaufbereitung mit Pandas • Einfache Regressionsanalyse mit sklearn und Vergleich mit einem Multilayer-Perceptron auf Basis von Pytorch • Entwicklung des digitalen Zwillings eines chemischen Reaktors • Fehlererkennung mit einer Support Vector Machine	1,5
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe Grundlagen Verfahrenstechnik Das Modul greift die Inhalte der fachspezifischen Pflichtmodule des Studiengangs auf und zeigt anhand dieser Inhalte die Anwendungspotenziale maschinellen Lernens auf (z.B. in Bezug auf chemische Reaktionen oder die Regressionsanalyse). Es erweitert das Modul zu Modellbildung und Simulation um einen allgemein, d.h. auch außerhalb der Verfahrenstechnik anwendbaren Aspekt. Das Modul ist insofern auch von anderen technischen Studiengängen nutzbar.	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	A. Jung, „Maschinelles Lernen“, Springer B. Botsch, „Maschinelles Lernen – Grundlagen und Anwendungen“, Springer M.J. Neuer, „Maschinelles Lernen für die Ingenieurwissenschaften“, Springer Der Stand der Technik ist im maschinellen Lernen im steten Fluss. Deshalb ist es zwingend notwendig, verschiedene (teils veränderliche) Internetressourcen zu nutzen. Diese werden zu Modulbeginn diskutiert.	

6.2-6.5 WP-NV | Wahlpflicht

Fachsem.:	N.N.	CP:	20	Sprache:	E
Lehrform:	N.N.	SWS:	N.N.	Turnus:	N.N.
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	N.N.

Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium

Workload in Stunden:	N.N.	N.N.		N.N.	
Prüfungsform:	N.N.		Studienleistung:	N.N.	
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.				
Kompetenzen:	Durch eine Wahlveranstaltung wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, im Rahmen eines insgesamt verschulten Ingenieurstudiums eigene Akzente zu setzen und die Individualität der persönlichen Ausbildung zu steigern.				
Inhalt:	Lehrveranstaltung: Vorlesung oder Seminar oder Übung oder Labor				SWS
	Liste der Wahlpflichtmodule: (wähle 4 aus 6) NV-EW2 Energy Storage, Power-to-X, Hydrogen NV-REG2 Renewable Energies 2 NV-GFC Bio-Refineries: Green Fuels, Green Chemicals NV-CCU CO_2- CO2-Utilisation: Synthetic Fuels und Chemicals NV-WAR Water Conservation NV-AUV Circular Economy				N.N.
	-				
	-				-
Verwendbarkeit des Moduls:	-				
Zusätzliche Informationen:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.				
Literatur:	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltung.				

7.1 PR-IIN | Praxis-/Industrieintegration

Fachsem.:	7	CP:	18	Sprache:	D/E
Lehrform:	PS	SWS:	0,1	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	0				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	inhaltlich: möglichst alle Module bis einschl. 6. Fachsemester formal: bestandene Modulprüfungen: „Chemie Grundlagen“ (31200), „Wärmeaustausch und Strömungslehre“ (31300), „Stoffaustausch und Mehrphasenströmung“ (41100), „Verfahren mechanischer Art“ (31400) und „Verfahren thermischer Art“ (41400).
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	540	1,4	538,6

Prüfungsform:	-B	Studienleistung:	

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Anmeldung der Praxisphase beim IuP-Amt; Bescheinigung des Arbeitgebers über Dauer, Umfang und Inhalte der Praxisphase; Abschlussbericht zur Praxisphase; Abschlussgespräch mit dem betreuenden Lehrenden.
Kompetenzen:	Im Modul Industrieintegration findet die allmähliche Überführung der Studierenden in ihr späteres, typisches Arbeitsumfeld statt. Hierzu werden Industrieunternehmen in den Ausbildungsprozess eingebunden. Die Studierenden lernen unter Aufsicht eines Hochschullehrenden, die im Studium erlernten ingenieurmäßigen Methoden in der Praxis außerhalb der Hochschule anzuwenden. Während des sogenannten praktischen Studiensemesters erfüllt das Modul Industrieintegration die komplexe Aufgabe der Interaktion zwischen akademischer Ausbildungsstätte und praxisnahem Arbeitsumfeld. Dabei erhalten die Studierenden eine vom Industriebetrieb formulierte Aufgabe, die ihrem späteren Tätigkeitsfeld sehr nahe kommt und in ihrer akademischen Höhe die Bearbeitung durch einen Ingenieur oder eine Ingenieurin erfordert. Durch die wechselseitige Betreuung seitens des Betriebes einerseits und durch die Hochschule andererseits wird sichergestellt, dass die Studierenden die Aufgabe in dem ihnen zur Verfügung stehenden Zeitraum und mit den zur Verfügung gestellten Mitteln erreichen können. In die Bewertung des Moduls Industrieintegration gehen neben der schriftlichen Ausarbeitung des Arbeitsberichtes auch die besonders vom Betrieb zu

	bewertenden Teile des Integrationsverhaltens ein, wie etwa die Eingliederung des Kandidaten oder der Kandidatin in die betrieblichen Abläufe oder die Selbständigkeit der Arbeitsbewältigung. In einer besonders sinnvollen Ausgestaltung des Studiums können die Studierenden das Modul Industrieintegration mit der Erstellung der Bachelorthesis kombinieren, in dem sie beide Teile im selben Betrieb absolvieren, somit eine komplexere Aufgabenstellung erledigen können und den Arbeitsbericht mit der schriftlichen Ausarbeitung der Bachelorthesis zu einer Berichtsform zusammenfassen. Die Bewertung des Moduls Industrieintegration erfolgt dann zusammen mit der Bachelorthesis. Am Ende des Studiums sollten folgende Erfahrungen während eines einer Praxisphase – vollständig oder in Ansätzen – vorausgesetzt werden können: Ingenieurmäßiges Arbeiten im industriellen oder betrieblichen Umfeld - Erkennen von ingenieurmäßig relevanten Problemen - Formulierung technischer Aufgabestellungen - Beschreibung technischer Arbeitspläne - Abstraktion von Betriebsvorgängen durch mathematische Formulierung - Lösung technisch relevanter, betrieblicher Probleme - Umsetzung erarbeiteter Lösungen in technische Ausführungen oder betriebliche Abläufe Eingliederung in Unternehmensstrukturen - Erfassen der Unternehmenskultur, -ziele, -strategien und -philosophie - Erkennen vom Hierarchien und Organisation (Organigramm) - Finden der eigenen Stellung/Position im Unternehmen - Sozialisation und Selbständigkeit / Kontakt zu Mitarbeitern, Kollegen und Vorgesetzten Berichterstellung - Formulierung von Aufgabenstellungen (technisch verfasste Problemstellung), Berichtsstruktur - Form und Wortwahl bei technischen Berichten Präsentation ingenieurmäßiger Ergebnisse in Schrift- und Vortragsform .

Inhalt:	Praxisphase	SWS
	Ingenieurmäßige Tätigkeit zur Praxis-/Industrieintegration.	-
	Besprechungen	
	Individuelle Gespräche zwischen Studierenden und betreuender/m Lehrenden.	0,1

Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik
Zusätzliche Informationen:	-

Literatur:	differenzierte Angabe durch betreuende Lehrenden, Literaturrecherche

72 BA-SPE | Bachelorarbeit und Kolloquium

Fachsem.:	7	CP:	12	Sprache:	D/E
Lehrform:	BA	SWS:	0,15	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	25				Pflicht

Voraussetzung Teilnahme:	inhaltlich: möglichst alle Module bis einschl. 6. Fachsemester sowie die Praxisphase; formal: 160 ECTS-Leistungspunkte.
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	360	2,1	357,9

Prüfungsform:	BA	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Bestandene Teilprüfungen: Eigenständige schriftliche wissenschaftliche Arbeit (Gewichtung 67%); Kolloquium (Gewichtung 33%).
Kompetenzen:	Selbstständige Erarbeitung und methodische Untersuchung eines ingenieurtechnischen Themas auf wissenschaftlicher Grundlage. Hochschulöffentlicher Vortrag zum Thema der Bachelorarbeit mit einer Dauer von 30 Minuten und einer anschließenden Diskussion..

Inhalt:		
	Bachelorarbeit	SWS
	Ingenieurmäßige Tätigkeit, üblicherweise aufbauend auf der vorangegangenen Praxis-/Industrieintegration.	-
	Kolloquium	
	Individuelle Fachgespräche zwischen Studierenden und betreuenden Lehrenden sowie das hochschulöffentliche Kolloquium zum Thema der Bachelorarbeit sowie der inhaltlich eng angrenzenden Themengebiete der Arbeit.	0,15

Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik
Zusätzliche Informationen:	-

Literatur:	differenzierte Angabe durch betreuende Lehrenden, Literaturrecherche

Wahlmodule

5.2-5 WP-NV1-8 | #1 NV-EW1 | Energiewandlung / Energieeffizienz

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	3,75	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Thermodynamik Grundlagen (TH-THG)
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	52,5	97,5

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (Gewichtung 67%); Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Gewichtung 33%)
Kompetenzen:	Die Abschluss des Moduls kennen Studierende die Begriffswelt der Energieumwandlung und Energieeffizienz. Sie können die Bilanzierungs- und Stoffgesetze auf komplexe Systeme anwenden sowie die erforderlichen Zustandsänderungen beschreiben. Hierzu gehören auch die chemischen Reaktionen. Sie sind befähigt, beliebige Prozesse, die mit verschiedenartigen Stoffen arbeiten, thermodynamisch auszulegen.

Inhalt:	Vorlesung: Thermodynamik der Energiewandlung :	SWS
	Aufbauend auf dem Modul Grundlagen der Thermodynamik wird hier vertieft: - Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen für mehrphasige Systeme - Aufstellen der Massen-, Energie-, Entropie- und Exergiebilanzen für komplexe Systeme - Zustandsänderungen realer Fluide in isolierten, geschlossenen und offenen Systemen - Einführung des Begriffs Partialdruck - Verhalten von Dampf-Gasgemischen (feuchte Luft etc.) - Erläuterung des Verbrennungsprozesses und anderer chemischer Reaktionen - Reale Gaskreisprozesse und Dampfkreisprozesse	2,5

	Labor: Energieeffizienz 1	
	) Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung, wie z .B.: - Wärmeübertragung (Wärmeaustauscher) - Verdampfer (Multi-Effekt-Schaltung) - Trockner (direkt, indirekt) - Wärmepumpe (Luft-Wasser; Luft-Luft) - Blockheizkraftwerk (BHKW) - Solare Wärme (Flachkollektor, Vakuum-Röhrenkollektor	1,25
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Ritzenhoff: Skript zur Vorlesung Thermodynamik der Energiewandlung; Baehr, H.D., Cerbe/Hoffmann, Potter/Somerto.	

5.2-5 WP-NV1-8 | #2 NV-REG1- Regenerative Energien 1

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, S, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Physik, Mathematik, Elektrotechnik, Thermodynamik, Einführung In die Verfahrenstechnik
Verantwortlich:	Fichter

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung, z.B.: Vorlesungen: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung (Kolloquium in Gruppen); Seminar: Bericht (Hausarbeit) und Präsentation; Labore: praktische Versuche mit Auswertung; modulinterne Gewichtung gem. Bekanntmachung zu Veranstaltungsbeginn
Kompetenzen:	Die Studierenden sollen die wichtigsten Methoden der regenerativen Energiesysteme kennen und können ihre grundlegenden Wirkungsweisen erläutern und die Probleme konventioneller Energieträger erklären. Sie besitzen ein Verständnis der wichtigsten Prozesse und können diese detailliert erläutern. Die Studierenden sind in der Lage, wesentliche Komponenten und Prozesse auszulegen. Außerdem sind sie in der Lage, sich mit Fragen der Probleme der heutigen Energiegewinnung und Folgen der Nutzung der entwickelten Technologien auseinandersetzen.

Inhalt:		
	Vorlesungen: Solarenergie und Windkraft	SWS
	Ausgewählte Kapitel regenerativer Energiewandlungssysteme: - Sonnenenergie (Sonneneinstrahlung, Solarthermie, Photovoltaik) - Windkraft (Dargebot von Windenergie, Nutzung der Windenergie, Bauformen von Windkraftanlagen)	2
	Seminar: Projektierung von Erneuerbaren Energieanlagen	
	Überblick über regenerative Energiesysteme:	1

	Begriff Energie, Energiebedarf, Reichweite konventioneller Energieträger, Treibhauseffekt, Kernenergie, Nutzung erneuerbarer Energien (geothermische Energie, Planetenenergie, Sonnenenergie), Künftiger Energiebedarf und Klimaschutz,	
	Labore: Solarenergie und Windkraft	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesungen	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Quaschning, Regenerative Energiesysteme (Hanser, 7. Auflage, 2011), Mertens, Photovoltaik, Hanser, 2011, weitere aktuelle Literatur wird durch die Dozenten bekanntgegeben.	

5.2-5 WP-NV1-8 | #3 NV-BTP | Biologische Verfahrenstechnik

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	D/E
Lehrform:	V, L	SWS:	3,5	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	-
Verantwortlich:	Lang

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	49	101

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	V

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Vorlesung: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung; Labor: praktische Versuche mit Auswertung

Kompetenzen:

Die Studierenden

- verstehen die Prinzipien des Wachstums verschiedener Mikroorganis men, indem Sie die in der Vorlesung vorgestellten Stoffwechseltypen und deren Vermehrung, sowie Feedback-Reaktionen (z.B. Produktinhibition) wiedergeben und bewerten können.
- kennen die Unterschiede zwischen klassicher Zellkultur und Fermentation, indem Sie den Aufbau der Zellen und die Ansprüche an Kulturmedien und -gefäße benennen können.
- verstehen einfache Wachstumskinetiken und Bilanzierungen, indem Sie in der Vorlesung vermittelte Monodkinetik in Fallbeispielen und mit Labordaten anwenden können.
- kennen verschiedene Kulturgefäße sowie deren Vor- und Nachteile, in dem Sie die in der Vorlesung vorgestellten Systeme wiedergeben und bewerten können.
- kennen Beispiele aus der industriellen Biotechnologie, indem Sie die Bedeutung der Fermentation für die Lebensmitteltechnologie, Pharmaindustrie und Umweltbiotechnologie benennen können.

Inhalt:	Vorlesung: Bioverfahrenstechnik :	SWS
	- Vielfalt der Stoffwechseltypen bei Mikroorganismen	2
	- Unterscheidung von eukaryotischen Zellkulturen zu Bakterien und Hefen	
	- Kultivierung von Mikroorganismen in verschiedenen Kulturgefäßen:	

	Bioreaktoren, Kolben etc. - Kulturmedien - Steriltechniken - Grundlagen der Monod-Kinetik - Grundlagen des Massentransfers - Beispiele industrieller Fermentation	
	Labor: Bioverfahrenstechnik	
	- Massentranfer (K_{LA}-Bestimmung) - Hefefermentation (anaerobes/aerobes Wachstum) - Polymerproduktion (z.B. PHA oder Xanthan) mit Bakterien	1,5
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	* Chmiel, Bioprozesstechnik; * Hass, Pörtner, Praxis der Bioprozesstechnik; * Brock: Mikrobiologie; * Aktuelle Publikationen	

5.2-5 WP-NV1-8 | #4 NV-CCS | CO_2-Abtrennung und -Speicherung

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Aktive Teilnahme am Seminar und bestandene Portfolioprüfung; gem. Bekanntmachung zu Beginn der Lehrveranstaltung.
Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die Carbon Capture Begriffswelt: post-combustion carbon capture, pre-combustion carbon capture, oxyfuel processing, chemical looping combustion, direct air capture etc. Sie kennen für diverse CCS Technologien die Grundlagen (z.B. Hintergründe, Daten, Potenziale, Nachhaltigkeit, Ressourcen- und CO_2-Fußabdrücke). Sie haben vertiefte Kenntnisse in ausgewählten verfahrenstechnischen CCS Technologien. Sie kennen die zugrunde liegenden verfahrenstechnischen Grundoperationen und können diese für konkrete Anwendungsfälle untersuchen und bewerten.
Inhalt:	Seminar: CO_2-Abtrennung und -Speicherung — SWS
	i. CO_2-Quellen: 4 Es werden einerseits für industrielle Großemissionsquellen betrachtet, z.B. - fossile Kraftwerke, - Zementherstellung, - Hochöfen, - Chemische Betriebe, und andererseits auch weitere mehr dezentrale CO_2 Quellen, z.B. - Biogasanlagen, - Umgebungsluft.

	ii. Verfahrenstechnische Carbon Capture Technologien: Verschiedene Prozesse zur Abtrennung von CO_2 werden im Rahmen des Seminars bearbeitet (z.B. Ab-/Desorption, Membrantrennverfahren, Direct Air Capture etc.). Oftmals sind dies komplexe Prozesse, an denen physikalische Trennverfahren als auch chemische Reaktionen beteiligt sind. Und die Regenerierung der Arbeitsmittel ist meistens energetisch besonders aufwendig. Neben der technischen Machbarkeit ist die verfahrenstechnische Robustheit/Sicherheit ebenso wichtig wie die Energieverbräuche und die Kosten. Dies muss alles bei der Auswahl des bestmöglichen Verfahrens berücksichtigt werden. Hier sind Modellierung, Simulation, Dimensionierung, Kostenschätzung sowie Ökobilanzierung wichtige Werkzeuge. Exemplarisch wird dies an wechselnden Anwendungsbeispielen praktiziert. iii. Speicherung: - Reinheits-Spezifikationen für die CO_2-Speicherung - CO_2-Transport von der Quelle zur Senke (Verdichtung, Pipelines etc.) - Speichermöglichkeiten in der Umwelt (leere Erdgas-/Erdölfelder, Gesteinsformationen, Aquifere)
	-
	- -
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik
Zusätzliche Informationen:	Die Verwendung von CO_2 als Kohlenstoffquelle z.B. für die Chemische Industrie wird in diesem Modul nicht betrachtet, sondern im Modul „CO_2-Verwendung: synthetische Kraftstoffe und Chemikalien“.
Literatur:	International Energy Agency: Carbon Capture, Utilisation and Storage, <Web-Link>

5.2-5 WP-NV1-8 | #5 NV-WTG | Wassertechnologie

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Grundlagen Chemie
Verantwortlich:	Haneke

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: Klausur (Dauer 1,5 h) oder mündliche Prüfung (Gewichtung 50%); Labor: praktische Versuche und Auswertung (Gewichtung 50%).
Kompetenzen:	- Die Studierenden - kennen die Zusammenhänge zwischen Wasserherkunft und Wasserqualität - sind in der Lage die wasserchemischen Grundlagen der Prozesse zu verstehen - können Wasseraufbereitungsverfahren anwenden - können verschiedene grundlegende Aufbereitungsverfahren auslegen und deren Anwendung beurteilen, - sind fähig, die Aufbereitungsverfahren auch im Hinblick auf die Kosten der Aufbereitung zu beurteilen, - sind in der Lage auf Basis der theoretischen Grundlagen Versuche zu planen, genormte oder anderweitig standardisierte Messverfahren anzuwenden und verstehen Versuchsberichte auf wissenschaftlicher Basis zu erstellen.

Inhalt:	Vorlesung: Wasserversorgung	SWS
	- Anforderungen an Wasser für den menschlichen Gebrauch und industrielles Prozesswasser. Kurzer Überblick über Trinkwasser-Regelwerke - Diskussion der Eigenschaften natürlicher Wässer verschiedener Herkunft wie z.B. Grundwasser, Oberflächenwasser und Meerwasser sowie sich daraus ergebende Anforderungen an die Aufbereitung. - Technische Aufbereitungsverfahren, wie z.B. Enteisenung, Entmanganung, Ent- oder Aufhärtung, Härtestabilisierung, Entkarbonisierung, Trübstoffentfernung, Desinfektionsverfahren,	2

	Adsorption, Gasaustausch und Ionenaustausch werden behandelt. Die Auslegung von Anlagen und Aggregaten wird hergeleitet. - Weiterhin wird eine kurze Einführung in die Meerwasserentsalzung gegeben. .	
	Labor: Wassertechnologie	
	Das Laborpraktikum behandelt Versuche zu den Aufbereitungsverfahren, wobei auch die Versuchsplanung, Versuchsauswertung und das Schreiben eines Berichtes wesentliche Inhalte sind.	2
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrieverlag München, Wien, 2004; aktuelle Beiträge aus Fachzeitschriften und Tagungen; DIN-Normen	

5.2-5 WP-NV1-8 | #6 NV-AAB | Apparate- und Anlagenbau

Fachsem.:	5	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	WiSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	formal: TH-TF1 (Strömungslehre) Inhaltlich: TH-THG (Thermodynamik Grundlagen)
Verantwortlich:	Schories

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündliche Prüfung; modulinterne Gewichtung: 50% Apparatebau und Anlagenbau ; 50% Rohrleitungsbau, Kraft- und Arbeitsmaschinen
Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die Inhalte wesentlicher Phasen des Anlagenbaus. Sie können einfache Aufgaben des Basic-und Detail-Engineering durchführen (Grundfließbilder, Apparate-Auslegung, Werkstoffauswahl) und Zeit- und Kostenpläne erstellen. Studierende kennen die Eigenschaften und Anwendungsgebiete von Strömungsmaschinen wie Pumpen, Kompressoren und Turbinen und können geeignete Aggregate für Anwendungen auswählen. Sie sind in der Lage die Verrohrung solcher Aggregate mit anderen Anlagenbestandteilen zu konzipieren und zu berechnen. Dabei werden die hydraulischen, die mechanischen, die wärmetechnischen und die Korrosionseigenschaften berücksichtigt. Methoden der Rohrleitungsplanung werden von den Studierenden angewandt.

Inhalt:	Vorlesung: Apparatebau, Anlagenbau	SWS
	- Phasen des Anlagenbaus: grundlegende Datenermittlung einschl. Stoffdaten), Basic-Engineering, Detail-Engineering, Genehmigungen, Einbindung von Projektpartnern, Stufen der wirtschaftlichen Bewertung, Projektabwicklung, Inbetriebnahme, Gewährleistung und Betrieb	2

	- Basic-Engineering an ausgewählten Beispielen, z.B. Filteranlagen - Detail-Engineering an ausgewählten Beispielen, z.B. Wärmeaustauscher - Anlagensicherheit und Genehmigungsverfahren - Methoden der Kostenermittlung
	Vorlesung: Rohrleitungsbau, Kraft- und Arbeitsmaschinen
	Rohrleitungsbau: 2 - Druckverlustberechnung - Rohrnetzberechnung - Berechnung der Wandstärke, auch für heiße Medien, Normreihen - Auflagerberechnung - Druckstoßberechnung - Auslegung von Isolierungen - Korrosionsschutz von Rohrleitungen - Methoden der Leitungsplanung Kraft- und Arbeitsmaschinen: - Bauarten von Strömungs- und Verdrängungsmaschinen - Einfluss der Betriebsbedingungen aus die Aggregatauswahl - Parallelbetrieb von Aggregaten - Selbstansaugende Pumpen - Antriebstechnische Grundlagen und Betriebsarten und –verhalten - Arbeitskennlinien - Messverfahren, Kennlinien- und Wirkungsgraderfassung
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	Perry's Chemical Engineers' Handbook, ISBN 978-0-07-183408-7; Hirschberg: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau, ISBN 978-3-642-63550-2; DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau, Band 1, DOI: 10.1007/978-3-662-59711-8 , Band 2, DOI: 10.1007/978-3-662-59713-2 , Band 3, DOI: 10.1007/978-3-662-59713-2 ; diverse Normen und Richtlinien (DIN, VDI, DVGW).

6.2-5 WP-NV1-8 | #7 NV-EW2 | Energiespeicherung, Power-to-X, Wasserstoff

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Fichter

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündliche Prüfung (Gewichtung 75%); Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Laborbericht) (Gewichtung 25%
Kompetenzen:	Die Absolventinnen und Absolventen des Moduls kennen die Begriffswelt der Energiespeicherung, Power-to-X (PtX), Wasserstoff (H_2) und Energieintegration. Sie können die Bilanzierungs- und Stoffgesetze auf diese komplexe Systeme anwenden sowie die chemischen und physikalischen Zusammenhange mathematisch beschreiben (modellieren).Sie sind in der Lage, existierende Systeme experimentell zu untersuchen sowie neue Anlagen für potentielle Anwendungen thermodynamisch auszulegen.
Inhalt:	Vorlesung: Energiespeicherung, PtX, H_2 — SWS: 3 Technologien zur Speicherung bzw. anderweitigen Nutzung von Überangeboten Erneuerbarer Energien (Solarenergie, Windenergie und Wasserkraft) sowie industrieller Wärmeüberschüsse; insbesondere komplexe Systeme der Energiewandlung mit praktischer Relevanz, z.B.: - Wärmespeicherung (mit/ohne Phasenübergang) - Stromspeicherung (Akkumulatoren, Pumpspeicher) - Energiespeicherung (Power to X mit X= Gas, Heat bzw. Liquid) Ein Schwerpunkt bildet das Thema Wasserstoff (H_2) und Power to X (PtX). Die Studierenden erlernen die Grundlagen (Hintergründe, Daten, Potenziale, Nachhaltigkeit, Ressourcen- und CO_2-Fußabdrücke) und vertiefende Kenntnisse in Produktion (z.B. Elektrolyse, grüne Methanisierung, grüne Ammoniakproduktion) und Anwendungen (Industrie,

	wie z.B. Stahlherstellung, Glas- oder chemische Industrie, Verkehrs-/Transportsektor (z.B. Brennstoffzelle) und Energiesektor (Kavernenspeicher) von grünen Energieträgern wie grünem Wasserstoff, grünem Methanol, grünes Methan und grünes verflüssigtes Methan (LNG), grüne Chemikalien wie grünes Ammoniak und Power-to-X-Technologien im Allgemeinen. .	
	Labor: Energiespeicherung, PtX, H_2	
	Ausgewählte Experimente am P-t-X Versuchsstand: Batteriespeicher (Akkumulator), Wasserelektrolyse, Wasserstoffspeicherung, Brennstoffzelle	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	• Handbook of Energy Storage - Demand, Technologies, Integration, Sterner, M.; Stadler, I.; Springer 2019. • Energietechnik- Systeme zur Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf; Zahoransky, R.; Fichter, C.; et al.; Springer Vieweg; 9. Auflage; 2022. • Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; Sterner, M.; Stadler, I.; Springer 2014.	

6.2-5 WP-NV1-8 | #8 NV-REG2 | Regenerative Energien 2

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Physik, Mathematik, Elektrotechnik, Thermodynamik, Einführung In die Verfahrenstechnik		
Verantwortlich:	Fichter		
Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94
Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesungen: gemeinsame Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung (Gewichtung 75%, mit 37,5% je Vorlesung; Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Gewichtung 25%).	
Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundlagen der o.g. Energienutzungen sowie die Methoden um sie als Strom oder Wärme zu nutzen. Sie besitzen ein Verständnis der wichtigsten Prozesse und können diese detailliert erläutern. Die Studierenden sind in der Lage, wesentliche Komponenten und Prozesse auszulegen. Außerdem sind sie in der Lage, sich mit den Fragen der heutigen Energiegewinnung und Folgen der Nutzung der entwickelten Technologien auseinanderzusetzen.	
Inhalt:	Vorlesungen: 1. Bioenergie, 2. Geothermie, Wasserkraft und ORC	SWS
	Überblick über regenerative Energiesysteme: - Vorkommen Bioenergie, geothermische Energie, Wasserkraft - Künftiger Energiebedarf und Klimaschutz; Prozesse zur Wandlung o.g. Energiequellen: - Beispielsweise: Biogas, Biodiesel, HTC, ORC - Bemessung der wesentlichen Anlagenkomponenten, - Wirtschaftlichkeitsberechnungen (Energieentstehungskosten, externe Kosten des Energieverbrauchs, kritische Betrachtung)	3
	Labor: Regenerative Energien 2	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesungen	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Quaschning, Regenerative Energiesysteme (Hanser, 7. Auflage, 2011), weitere Literatur wird durch die Dozenten bekanntgegeben.	

6.2-5 WP-NV1-8 | #9 NV-GFC | Bio-Raffinerien: Green Fuels, Green Chemicals

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung (Gewichtung 75%); Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Gewichtung 25%)..
Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die chemisch-technisch Geschichte der synthetischen Herstellung von Chemikalien und Kraftstoffen sowie realisierte industrielle Produktionsverfahren. Sie kennen aktuelle Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsvorhaben für eine biobasierte Produktion von grünen Kraftstoffen und Chemikalien. Sie kennen innovative Bioraffinerie-Konzepte und können diese untersuchen und bewerten und so künftig konstruktiv zur Dekarbonisierung der Chemischen Industrie und des Verkehrssektors beitragen.

Inhalt:	Vorlesung: Bio-Raffinerien - Green Fuels, Green Chemicals	SWS
	Biomasse als Rohstoff: - Zucker - Pflanzenöl - Bioabfall - Bio-Reststoffe - „Teller-Tank“-Diskussion Bio-Raffinerien – verfahrenstechnische Prozesse: - 1. Generation - 2. Generation - 3. Generation - 4. Generation	3

	Stoffumwandlungen: - enzymatisch (biokatalysiert) - chemisch-katalytisch (homogen/heterogen) - hydrothermal - thermochemisch - organosolv Biobasierte Chemische Industrie: - Grüne Kraftstoffe, - Grüne (Plattform-) Chemikalien Aktuelle Entwicklungen: - Forschungsprojekte - Demonstrationsprojekte - Erste Produktionsanlagen (first of it kind)	
	Labor: Bio-Raffinerien - Green Fuels, Green Chemicals	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry;; Aktuelle Fachliteratur	

6.2-5 WP-NV1-8 | #10 NV-CCU | CO_2-Verwendung: synthetische Kraftstoffe und Chemikalien

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	V, L	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine
Verantwortlich:	Gottschalk

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Portfolioprüfung insgesamt bestanden, bestehend aus den Teilprüfungen: Vorlesung: gemeinsame Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung (Gewichtung 75%); Labor: praktische Versuche mit Auswertung (Gewichtung 25%).
Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die chemisch-technisch Geschichte der synthetischen Herstellung von Chemikalien und Kraftstoffen sowie realisierte industrielle Produktionsverfahren. Sie kennen ebenfalls aktuelle Vorhaben, aus grünem elektrischem Strom zunächst grünen Wasserstoff herzustellen, um diesen dann mit CO_2 als Kohlenstoffquelle zu alternativen Kraftstoffen und Chemikalien zu synthetisieren. Sie können hierfür innovative verfahrenstechnische Konzepte entwickeln, untersuchen und bewerten und so künftig konstruktiv zur Dekarbonisierung der Chemischen Industrie und des Verkehrssektors beitragen.
Inhalt:	Vorlesung: Synthetische Kraftstoffe und Chemikalien — SWS: 3 Nach einem Überblick wird anhand von konkreten Beispielen (synthetische Kraftstoffe/Chemikalie) exemplarisch die Prozesssynthese hin zu einem Verfahrenskonzept bearbeitet. Chemische Reaktionstechnik: - Hauptreaktion und das Reaktionssystem - technische Katalysatoren - Reaktorkonzepte - technische Reaktoren Thermische Trennverfahren: - Auftrennung von Reaktionsgemischen

	- Rückführung von geeigneten Fraktionen - Erzeugung von Produkten gem. ihrer Produkt-Spezifikationen Prozessentwicklung eines nachhaltigen Produktionsverfahrens: - Ressourcenschonung (z.B. Minimierung von Rohstoff-/Energieverbrauch) - Umweltschutz (z.B. Vermeidung von Abfällen) - Klimaschutz (z.B. Vermeidung von CO_2-Emissionen) - Bewertung von Alternativen Lösungen	
	Labor: Synthetische Kraftstoffe und Chemikalien	
	Ausgewählte Experimente zu den Inhalten der Vorlesung	1
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry;; Aktuelle Fachliteratur	

6.2-5 WP-NV1-8 | #11 NV-WAR | Wasserreinhaltung

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	Inhaltlich: Biologische Verfahrenstechnik (NV-BTP)
Verantwortlich:	Haneke

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-
Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung oder Portfolioprüfung		

Kompetenzen:

Studierende kennen aktuelle Anforderungen an die Güte verschiedener Wässer sowie deren tatsächlichen Zustand.

Sie können die Bedeutung von Messgrößen für gesundheitliche, ökologische und ökonomische Fragen einschätzen.

Sie kennen die mehrstufigen Abwasserreinigungsanlagen.

Sie kennen Verfahren zur Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abwässern (z.B. anorganischer Nährstoffe als Düngemittel) bzw. zur Entfernung organischer Mikroschadstoffe (z.B. durch Ozonierung), können diese beurteilen und entsprechende Anlagen dafür entwerfen und auslegen.

Inhalt:	Seminar: Gewässergüte und Abwasserreinigung	SWS
	- Regelwerke zur Gewässergüte wie z.B. die Wasserrahmenrichtlinie - Auswirkungen von Gewässerinhaltsstoffen auf Gesundheit, Ökosysteme und technische Nutzungen - Abwasser-Kläranlagen - Ausgewählte Verfahren zur Wertstoffrückgewinnung - Besonderheiten und Behandlung von Industrieabwasser - Entfernung organischer Mikroschadstoffe z.B. mit Ozon	4
	-	

	-	-
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik	
Zusätzliche Informationen:	-	
Literatur:	Aktuelle Artikel aus Fachzeitschriften und von Tagungen	

6.2-5 WP-NV1-8 | #12 NV-AUV | Kreislaufwirtschaft

Fachsem.:	6	CP:	5	Sprache:	E
Lehrform:	S	SWS:	4	Turnus:	SoSe
Gewichtung:	3				Wahlpflicht

Voraussetzung Teilnahme:	keine)
Verantwortlich:	Haneke

Workload in Stunden:	Gesamt	Präsenzzeit	Selbststudium
	150	56	94

Prüfungsform:	K/M/PF	Studienleistung:	-

Voraussetzung zur Vergabe CP:	Klausur (Dauer 2 h) oder mündl. Prüfung oder Portfolioprüfung; modulinterne Gewichtung je Seminar 50%.
Kompetenzen:	Studierende kennen exemplarisch ausgewählte Verfahren zur Rückgewinnung und Wiederverwertung von sowohl konventionellen als auch kritischen Rohstoffen. Sie können diese Verfahren beurteilen und entsprechende Anlagen dafür entwerfen und auslegen.
Inhalt:	Seminar: Recycling konventioneller Rohstoffe — SWS Ausgewählte Verfahren zur Wertstoffrückgewinnung und Wiederverwertung, z.B.: — 2 - Biotonne - „Grüner Punkt“ (DSD) - Altmetalle - Altglas - Altpapier - Faserverbundwerkstoffen (GFK, CFK) - etc. Seminar: Recycling kritischer Rohstoffe Ausgewählte Verfahren zur Wertstoffrückgewinnung und Wiederverwertung, z.B.: — 2

	- Elektronikschrott - Altbatterien und -akkumulatoren - etc.
Verwendbarkeit des Moduls:	Modulgruppe nachhaltige Verfahrenstechnik
Zusätzliche Informationen:	-
Literatur:	Aktuelle Artikel aus Fachzeitschriften und von Tagungen

Module Guide of the Study Programme

Sustainable Process Engineering (SPE)

Bachelor of Science

(Englisch Version, 4.th to 7.th Semester)

21.08.2025

Contents

Study Plan 3

Preambles 4

4.1 WE-WK1 | Materials Science 5

4.2 WP-ALL | Elective Module (general) 7

4.3 ET-MRL | Measurement and Control Technology 8

4.4 TH-TF2 | Mass Transfer, Multiphase Flow 10

4.5 VT-TVG | Thermal Separation Processes 12

4.7 AL-NE4 | Sustainability Project 14

5.1 VT-MSV | Modelling and Simulation 16

5.2 – 5.5 WP-NV | Elective Module 18

5.6 PJ-PST | Process Engineering Group Project 20

5.7 AL-NE5 | Technical Developmet Aid 23

6.1 VT-MKI | Machine Learning 25

6.2 – 6.5 WP-NV | Elective Module 27

7.1 PR-IIN | Practical/Industrial Internship 28

7.2 BA-SPE | Bachelor Thesis and Colloquium 30

Wahlmodule 32

5.2-5 WP-NV1-8 | #1 NV-EW1 | Energy Conversion / Energy Efficiency 33

5.2-5 WP-NV1-8 | #2 NV-REG1 | Renewable Energies 1 35

5.2-5 WP-NV1-8 | #3 NV-BTP | Biological Process Engineering 37

5.2-5 WP-NV1-8 | #4 NV-CCS | CO_2 Separation and Storage 39

5.2-5 WP-NV1-8 | #5 NV-WTG | Water Technology 41

5.2-5 WP-NV1-8 | #6 NV-AAB | Apparatus and Plant Engineering 43

6.2-5 WP-NV1-8 | #7 NV-EW2 | Energy Storage, Power-to-X, Hydrogen 45

6.2-5 WP-NV1-8 | #8 NV-REG2 | Renewable Energies 2 47

6.2-5 WP-NV1-8 | #9 NV-GFC | Bio-Refineries: Green Fuels, Green Chemicals 49

6.2-5 WP-NV1-8 | #10 NV-CCU | CO_2-Utilisation: Synthetic Fuels und Chemicals 51

6.2-5 WP-NV1-8 | #11 NV-WAR | Water Conservation 53

6.2-5 WP-NV1-8 | #12 NV-AUV | Circular Economy 55

Module Guide Sustainable Process Engineering

Study Plan

	Module															
1	1.1 | MA-AN1 Mathematics I: Analysis 1		1.2 | PH-PHY Physics Fundamentals part 1		1.3 | TM-TM1 Technical Mechanics 1		1.4 | CA-TZC Technical Drawing and CAD		1.5 | CH-CHG Chemistry Fundamentals		1.6 | VT-EIN Energy, Environmental, Process Eng. part 1		1.7 | AL-NE1 Sustainable Development Goals (SDGs)	
	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00	V	2,00	V	3,00	V	2,00	V	3,00	S	1,50	S	4,00
	Ü	1,00	Ü	1,00	Ü	1,00	L	2,00	L	1,00				
2	2.1 | MA-LIN Mathematics 2: Linear Algebra		2.2 | PH-PHY Physics Fundamentals part 2		2.3 | TM-TM2 Technical Mechanics 2		2.4 | TH-THG Thermodynamics Fundamentals		2.5 | CH-OBC Organic Chemistry, Biochemistry		2.6 | VT-EIN Energy, Environmental, Process Eng. part 2		2.7 | AL-NE2 Climate Change, Climate Impact Adaptation	
	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00	L	2,00	V	3,00	V	3,00	V	3,00	V	1,00	S	3,00
	Ü	1,00			Ü	1,00	Ü	1,00	L	1,00	S	1,50	L	1,00
3	3.1 | MA-AN2 Mathematics 3: Analysis 2		3.2 | IT-CPI Computer Programming		3.3 | ET-ETV Electrical Engineering Fundamentals		3.4 | TH-TF1 Heat Exchange, Fluid Mechanics		3.5 | VT-MVG Mechanical Process Eng.		3.6 | AL-NE4 Life Cycle Assessment (1st offer)		3.7 | AL-NE3 Sustainability Project (possibly 2nd offer)	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS		
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00	V	2,00	V	3,00	V	2,00	V	2,00	S	2,00		
	Ü	1,00	L	2,00	L	1,00	V	2,00	L	2,00	L	2,00		
4	4.1 | WE-WK1 Materials Science		4.2 | WP-ALL Elective Module (general)		4.3 | ET-MRL Measurement and Control Technology		4.4 | TH-TF2 Mass Transfer, Multiphase Flow		4.5 | VT-TVG Thermal Separation Processes		4.6 | AL-NE4 Life Cycle Assessment (possibly 2nd offer)		4.7 | AL-NE3 Sustainability Project (1st offer)	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS			5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	3,00		4,00	S	2,00	V	2,00	V	2,00			S	3,00
	L	1,00			L	1,50	V	2,00	L	2,00			L	1,00
5	5.1 | VT-MSV Modelling and Simulation		5.2 | (elective) Sustainable Production Processes		5.3 | (elective) Sustainable Production Processes		5.4 | (elective) Sustainable Production Processes		5.5 | (elective) Sustainable Production Processes		5.6 | PJ-PST Process Engineering Group Project		5.7 | AL-NE5 Technical Development Aid (project) part 1	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	2,5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	S	2,00		3,80		3,80		3,80		3,80	S	1,25	S	1,50
	L	1,50									L	1,25	L	0,50
6	6.1 | VT-MKI Machine Learning		6.2 | (elective) Sustainable Production Processes		6.3 | (elective) Sustainable Production Processes		6.4 | (elective) Sustainable Production Processes		6.5 | (elective) Sustainable Production Processes		6.6 | PJ-PST Process Engineering Group Project		6.7 | AL-NE5 Technical Development Aid (project) part 2	
	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	5	ECTS	2,5	ECTS	2,5	ECTS
	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS	VA	SWS
	V	2,00		3,80		3,80		3,80		3,80	S	1,25	S	1,50
	L	1,50									L	1,25	L	0,50
7	7.1 Practical/Industrial Internship						7.2 Bachelor Thesis and Colloquium							
			18	ECTS							12	ECTS		

Legende:			
	Education for Sustainable Developemen		Fundamentals of Engineering
	Practical Phase and Final Thesis		Fundamentals of Process Engineering
			Sustainable Process Engineering

Preambles

Frequency of modules: All modules are offered annually. "Cycle" indicates whether this is the case in the summer or winter semester.

Duration of a module: A module is usually completed within one semester. Information on the duration can be found in the "Semester" field.

Note on student workload: The Bachelor's program in Sustainable Process Engineering comprises a total of 210 credit points (CP), with a workload allocation of 30 hours per credit point. Each academic year has 60 CP, meaning 30 CP are completed in each semester – this corresponds to a total workload of 900 hours per semester. Detailed and further information can be found in the module descriptions.

4.1 WE-WK1 | Materials Science

Semester:	4	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	1				Mandatory

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Camin

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	K/M	Non-graded exam:	V

Requirements for the award of CP:	Lecture: Written exam (duration 1.5 hours) or oral exam Laboratory: Practical experiment with evaluation
Learning outcomes:	Students understand the relationships between the structure, chemical composition and properties of steel and are able to influence these in a targeted manner. Students understand the principle of material standardisation and can name steels in accordance with standards. They will be able to properly use and interpret the most important destructive and non-destructive material testing methods. Students can write simple test reports on a scientific basis.

Content:		
	Lecture: Materials Science 1	SWS
	- Structure of materials - Microstructure of metals - Constitution of metallic materials - Phase transformations and diffusion - Heat treatments - Forming processes - Steels - Materials testing (theory and practical)	3
	Laboratory: Materials Science 1	
	Selected experiments related to the lecture content.	1

Usability of the module:	Module group: General Basic Studies of Faculty 1

Further Informationen:	-
Literature:	Schatt, W.: Werkstoffwissenschaften, Wiley-VCH, Weinheim, 2007 Seidel, W.: Werkstofftechnik, Hanser-Verlag, München, 2012 Roos, E., Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure, Springer Verlag, Berlin, 2005 Shackelford, J.F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure, Pearson Studium, München, 2005 Weißbach, W.: Werkstoffkunde, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010 Schumann, Oertel: Metallographie, Whiley-VCH Verlag, Weinheim, 2005 Ashby, M.F., Jones, D.R.H.: Werkstoffe 1: Eigenschaften, Mechanismen und Anwendungen, Elsevier GmbH, München, 2006

4.2 WP-ALL | Elective Module (general)

Semester:	n.n.	CP:	5	Language:	D/E
Teaching methods:	n.n.	Student workload:	n.n.	Frequency:	n.n.
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	n.n.
Person in charge:	n.n.

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	n.n.	n.n.	n.n.

Type of exam:	n.n.	Non-graded exam:	n.n.

Requirements for the award of CP:	See module description for the selected course.
Learning outcomes:	An election module offers students the opportunity to set their own priorities within the framework of a generally school-based engineering degree programme and to increase the individuality of their personal education.

Content:	Course: Lecture or Seminar or Exercise or Laboratory	SWS
	The contents are published at the beginning of the semester in a respective elective catalogue. In addition to the courses listed here, all compulsory courses in the engineering programmes (Faculty 1) and from the Studium Generale are eligible as elective courses (for more information, see BPO-SPE). A total of one or more modules worth (at least) 5 ECTS credits must be taken.	n.n.

Usability of the module:	-
Further Informationen:	See module description for the selected course.
Literature:	See module description for the selected course.

4.3 ET-MRL | Measurement and Control Technology

Semester:	4	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Se, La	Student workload:	3,5 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	Formal: MA-AN1, MA-AN2, MA-LIN, ET-ETV
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	49	101

Type of exam:	K/M/PF	Non-graded exam:	-
Requirements for the award of CP:	Written exam (duration 2 hours) or oral exam or portfolio exam		

Learning outcomes:	The module teaches basic skills required for the automation of plants and industrial processes. Students - can analyse technical systems and create models for plant automation; - have mastered methods that describe the dynamic behaviour of processes; - are able to increase the technical usability of plants through controls and elementary regulations and can practically design the parameters of control loops.

Content:	Seminar: Measurement, Control, Automation	SWS
	- Instrumentation of electrical and non-electrical variables (position/angle, pressure, temperature, flow, level, (E)MSR marking system) - Technical signals and systems (analogue, time-discrete, value-discrete, digital, real-time) - Control (contactor and relay logic, PLC) - Design of simple control and regulation systems - Analytical modelling of systems (linearisation, state space representation, Laplace transform, transfer function, block diagrams) - Experimental modelling of systems (step responses, time percentage characteristic method, PT1TT model) - Control (analogue and discrete P, PI, PID controllers, Ziegler/Nichols and Chien/Hrones/Reswick tuning rules, Nyquist diagram, Bode diagram) - Experimental design of simple control loops	2
	Laboratory: Measurement, Control, Automation	

	Selected experiments related to the seminar content	1,5
Usability of the module:	Module group: Fundamentals of Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	W. Roddeck: Einführung in die Mechatronik, Vieweg, ISBN 978-3834816221; G. Wellenreuther u. D. Zastrow: Automatisierung mit SPS, Vieweg, ISBN 978-3834815040; Unbehauen, H.: Regelungstechnik I, Vieweg, ISBN 978-3834804976; Lutz, H.; Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik, Harri Deutsch, ISBN 978-3817117499	

4.4 TH-TF2 | Mass Transfer, Multiphase Flow

Semester:	4	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	Formal: TH-TF1
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	K/M	Non-graded exam:	-
Requirements for the award of CP:	Written exam (duration: 2 hours) or oral exam; weighting: 50% Mass Transfer; 50% Multiphase Flow		

Learning outcomes:

After successfully participating in the courses, students will be able to evaluate mass transport processes in single- and multi-phase systems using technical calculations. They recognise the laws governing multiphase systems such as particle or bubble flows and can correctly design technical equipment such as cyclones, sedimentation tanks, pneumatic transport systems or fluidised bed combustion systems.
They have a good understanding of conductive and convective mass transport and can successfully design technical mass transport equipment such as evaporators, humidifiers or dryers.

Content:

Lecture: Mass Transfer	SWS
Fundamentals (analogy between heat and mass transfer) - Two-sided diffusion in one-dimensional systems - One-sided diffusion (Stefan displacement flow) - Boundary layer phenomena (application in falling film) - Unsteady mass transport (drying and adsorption) - Design with logarithmic concentration difference - Design with NTU methodology	2
Lecture: Multiphase Flow	
Fundamentals of fluid mechanics in multiphase systems - Definition of continuous and dispersed phases - Calculation of sinking and rising velocities - Application in particle technology	2

	- Transport and separation devices - Application in blowing systems - Ventilation and reaction systems
Usability of the module:	Module group: Fundamentals of Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	Zogg, M.: Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik, Teubner Verlag; Zogg, M.: Wärme- und Stofftransport, Sauerländer Verlag; Wagner, W: Wärmeübertragung, Vogel-Fachbuch; Baer, H.-D.: Heat and Mass Transfer, Springer Verlag.

4.5 VT-TVG | Thermal Separation Processes

Semester:	4	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lecture: written exam (duration 2 hours) or oral exam (weighting 50%); Laboratory: practical experiments with evaluation (weighting 50%).
Learning outcomes:	Students are able to evaluate process engineering processes involving thermal unit operations in terms of quality and quantity and to operate the corresponding apparatus and equipment.

Content:	Lecture: Fundamentals of Thermal Separation Processes	SWS
	In subsequent courses, the following course content can be assumed to be known, even if it is not covered in detail: Fundamentals: technical concentration data, concentration diagrams, lever rule, phase equilibria, material and energy balances Distillation and rectification: Boiling diagram, McCabe-Thiele diagram, ideal and real mixtures, determination of theoretical separation stages (stage construction according to McCabe-Thiele), determination of reflux and amplification ratio, short cut methods Liquid-liquid extraction: Selection of solvents, cross-flow extraction, counter-current extraction, pole construction for determining theoretical separation stages Technical implementation: Evaporators, condensers, columns, column internals, mixer-settler	2
	Laboratory: Fundamentals of Thermal Separation Processes	

	Selected experiments related to the lecture content	2
Usability of the module:	Module group: Fundamentals of Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	* Schwister, Karl; Leven, Volker: Verfahrenstechnik für Ingenieure (ISBN 978-3-446-43070-9); * Sattler, Klaus; Adrian, Till Thermische Trennverfahren (ISBN: 978-3-527-33896-2); * VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0).	

4.7 AL-NE4 | Sustainability Project

Semester:	4	CP:	5	Language:	G/ E
Teaching methods:	Se, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	K/M/PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Active participation in the seminar and successful completion of the examination: Written examination (duration 1.5 hours) or oral examination or portfolio examination
Learning outcomes:	This module is part of ESD and is also intended to be available to all students at Bremerhaven University of Applied Sciences. Students: - are familiar with the causes and effects of climate change, especially at the local level, on site; - can plan and implement sustainability projects at the local level, thus actively contributing to improvements themselves.

Content:	Seminar: Sustainability Project	SWS
	As part of this seminar, student groups will work on specific projects to promote sustainability on campus, in the city centre, throughout Bremerhaven and the surrounding area. Students can contribute their own ideas to the implementation of these projects. Examples of possible topics/tasks include: rainwater harvesting, shading, biodiversity, urban farming, waste separation, organic waste recycling, repair cafés, etc. The projects are to be implemented in a practical manner, with the possibility of involving external cooperation partners. Theoretical knowledge acquired in project management is applied in practice within the framework of the sustainability project: - Phase #1: During project development, a project plan is first developed, its opportunities and risks are assessed and transferred into a project concept. - Phase #2: The actual project implementation takes place, whereby process	3

	control methods are applied and the project schedule is adjusted as necessary. - Phase #3: At the end of the project, a review is conducted to determine whether the project goals have been achieved. To this end, the project is evaluated, critically reflected upon and the results summarised in a project report. The seminar includes an introduction, support and guidance for the group projects through individual counselling by teachers, as well as peer counselling among the students.	
	Laboratory: Sustainability Project	
	Accompanying experimental investigations into the group projects.	1
Usability of the module:	Module group: ESD; Studium Generale	
Further Informationen:	-	
Literature:	* Süß, Gerda (2009): Modernes Projektmanagement. ISBN 978-3827682147. * Tumuscheit, Klaus (2007): Überleben im Projekt. 10 Projektfallen und wie man sie umschifft. ISBN: 978-3636012913. * Further recommendations on specific project topics.	

5.1 VT-MSV | Modelling and Simulation

Semester:	5	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Se, La	Student workload:	3,5 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	Content: IT-CPI and lectures from the third semester
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	49	101

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Active participation in the seminar and the PF examination in accordance with the announcement at the start of the course.
Learning outcomes:	After successfully completing the course, students will be able to evaluate process engineering processes through practical measures, in particular through simulation. They will be able to model simple process engineering equipment such as heat exchangers or cyclones, represent them in appropriate computer programs and then optimise them. They are familiar with the principles of programming various software tools and simulations from the user's perspective. They are familiar with the purpose and basic structures of object-oriented programming.

Content:	Seminar: Modelling and Simulation	SWS
	Fundamentals of substance data determination (experiments, databases for pure substance and mixture data, calculation methods). Modelling and simulation from various areas of process engineering, e.g.: vapour pressure determination of pure substances and mixtures, substance data determination, heat exchangers, thermal and mechanical separation devices (e.g. rectification columns or cyclones).	2
	Laboratory: Modelling and Simulation	
	Laboratory exercises on the PC to reinforce the seminar content, e.g.: - Use of MS Excel in combination with Visual Basic (VBA) - Use of software for stationary flow diagram simulation (e.g. Aspen Plus®, Aspen HYSYS®).	1,5

Usability of the module:	Module group: Fundamentals of Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	* Schwister, Karl; Leven, Volker: Verfahrenstechnik für Ingenieure (ISBN 978-3-446-43070-9); * Sattler, Klaus; Adrian, Till Thermische Trennverfahren (ISBN: 978-3-527-33896-2); * VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0). * Modelling and Simulation, VCH-Verlag; * Manuals for simulation software

5.2 – 5.5 WP-NV | Elective Module

Semester:	n.n.	CP:	5	Language:	D/E
Teaching methods:	n.n.	Student workload:	n.n.	Frequency:	n.n.
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	n.n.
Person in charge:	n.n.

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	n.n.	n.n.	n.n.

Type of exam:	n.n.	Non-graded exam:	n.n.

Requirements for the award of CP:	See module description for the selected course.
Learning outcomes:	An election module offers students the opportunity to set their own priorities within the framework of a generally school-based engineering degree programme and to increase the individuality of their personal education.

Content:	Course: Lecture or Seminar or Exercise or Laboratory	SWS
	List of the Elective Modules: (choose 4 of 6) NV-EW1 Energy Conversion / Energy Efficiency NV-REG1 Renewable Energies 1 NV-BTP Biological Process Engineering NV-CCS CO2 Separation and Storage NV-WTG Water technology NV-AAB Apparatus and Plant Engineering	n.n.

Usability of the module:	-
Further Informationen:	See module description for the selected course.
Literature:	See module description for the selected course.

5.6 PJ-PST | Process Engineering Group Project

Semester:	5, 6	CP:	5	Language:	G, E
Teaching methods:	Se, La	Student workload:	5 SWS	Frequency:	WiSe, SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	Content: Basic subjects in process engineering up to the end of the 4th semester
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	70	80

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	The portfolio examination comprises the following sub-examinations: * Active project work including calculations (weighting 1/3), * Final report (weighting 1/3), * Presentation followed by discussion (weighting 1/3).
Learning outcomes:	The module serves as preparation for the bachelor's thesis and future professional life. On the one hand, it trains students to deal with complex engineering tasks in a real-life business context. On the other hand, it also trains students' ability to work in teams by working on the project in small groups (with approx. 5 students each). Furthermore, project management skills for organising and managing projects are taught. Students are familiar with process engineering issues from operational practice and are able to deal with them. Students are familiar with selected methods of process engineering investment and operating cost estimation and understand operational criteria and mechanisms. They are able to carry out comparative profitability calculations (benchmarking) and participate in the preparation of quotations.

Content:		
	Seminar: Group Project SPE	SWS
	Project work: - Formulation of engineering tasks, - Project management, - Time network planning. Resource planning: - Engineering work in a team, - Identification of relevant difficulties, - Formulation of technical tasks,	2,5

	- Time network planning and task distribution, - abstraction of operational or technical processes through mathematical formulation, - socialisation and independence / contact with fellow students and development of internal skills, acceptance. Dealing with external business units: - identifying problems within the company, - communication with external informants, - critical evaluation of external information. Project planning: - Identifying technical or scientific tasks, - Work planning, - Literature research, evaluation of existing findings, - Experimental setup, preparatory calculations, - Experimental planning and implementation, - Modelling and simulation, - Evaluation of results. Cost estimation for process engineers: - Investment cost estimation, - Operating cost estimation, - Production cost estimation, - Benchmarking. Reporting: - Report structuring, - Form and choice of words in technical reports, - Documentation of engineering results in written form, - Presentation of engineering results in lecture form.	
	Laboratory: Group Project SPE	
	Accompanying laboratory tests depending on the task at hand in operational practice.	2,5
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	The small group project, comprising a total of 2.5 SWS seminar and 2.5 SWS laboratory, is carried out and completed over the course of one academic year. The seminar and laboratory are divided equally between the winter and summer semesters.	
Literature:	* Schwister, Karl; Leven, Volker: Verfahrenstechnik für Ingenieure (ISBN 978-3-446-43070-9); * Sattler, Klaus; Adrian, Till Thermische Trennverfahren (ISBN: 978-3-527-33896-2); * VDI-Wärmeatlas (ISBN 978-3-642-19982-0). * Modelling and Simulation, VCH-Verlag; * Manuals for simulation software	

5.7 AL-NE5 | Technical Developmet Aid

Semester:	5, 6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Se, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	WiSe, SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Active participation in the seminar and successful portfolio examination, as announced at the beginning of the course.
Learning outcomes:	This module is part of ESD and is also intended to be available to all students at Bremerhaven University of Applied Sciences. Students can apply their technical knowledge and methodological skills in a practical context as part of a development aid project. They can develop and implement innovative and sustainable solutions to technical challenges in developing countries, taking into account regional social and ecological conditions in order to positively change the standard of living and environmental conditions in the affected regions. Students can work and communicate in teams in an intercultural and interdisciplinary manner and collaborate with stakeholders from different cultural and social backgrounds.

Content:	Seminar: Technical Developmet Aid	SWS
	As part of this seminar, student groups will work on specific projects in the context of technical development aid. Students will have the opportunity to contribute their own ideas to these projects. Examples of possible topics/tasks include: electrification through photovoltaics, rainwater harvesting, well construction, solar water pumps, waste separation and recycling, etc. The projects should be developed and implemented in a practical manner, whereby external cooperation partners in Germany and abroad can be involved. Since technical development aid projects usually take longer to complete, individual students will contribute to the current project phases within the	3

	scope of this module with their planned workload. New students take over the project from their predecessors and pass it on to the next students at the end of their own project participation. The seminar includes an introduction, support and supervision of the group projects through individual counselling by teachers, as well as collegial counselling among the students themselves.	
	Laboratory: Technical Developmet Aid	
	Accompanying experimental investigations into the current project topics.	1
Usability of the module:	Module group: ESD; Studium Generale	
Further Informationen:	-	
Literature:	* Süß, Gerda (2009): Modernes Projektmanagement. ISBN 978-3827682147. * Tumuscheit, Klaus (2007): Überleben im Projekt. 10 Projektfallen und wie man sie umschifft. ISBN: 978-3636012913. * Further recommendations on specific project topics.	

6.1 VT-MKI | Machine Learning

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	3,5 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Klobes

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	49	101

Type of exam:	M/B	Non-graded exam:	B

Requirements for the award of CP:	Exams passed: Lecture: Oral exam (presentation followed by discussion) or term paper (report) on a specified lecture topic. Laboratory: Successful (ungraded academic achievement) documentation (report) of the solutions to the use cases developed in the laboratory.
Learning outcomes:	After successfully completing the module, students will be able to • describe basic machine learning methods and identify their limitations, • evaluate the suitability of machine learning methods for generic problems, • organise data in relation to machine learning methods, and • apply machine learning methods to specific problems in process engineering practice.

Content:	Lecture: Machine Learning in Process Engineering	SWS
	• Distinction between machine learning and classical methods of (statistical) data analysis • Basic concepts of machine learning: unsupervised and supervised learning, reinforcement learning, regression and classification • Selected machine learning methods: k-means, support vector machine, random forest, artificial neural networks and their current variants (e.g. transformer) • Data generation and preparation • Application examples of machine learning (pattern recognition, regression, natural language processing	2
	- Laboratory: Machine Learning in Process Engineering	

	Real and simulated data are analysed in the laboratory using Python. • Data preparation with Pandas • Simple regression analysis with sklearn and comparison with a multilayer perceptron based on Pytorch • Development of the digital twin of a chemical reactor • Error detection with a support vector machine	1,5
Usability of the module:	Module group: Fundamentals of Process Engineering The module draws on the content of the subject-specific compulsory modules of the degree programme and uses this content to demonstrate the potential applications of machine learning (e.g. in relation to chemical reactions or regression analysis). It expands on the module on modelling and simulation by adding a general aspect that can also be applied outside of process engineering. In this respect, the module can also be used by other technical degree programmes.	
Further Informationen:	-	
Literature:	A. Jung, „Maschinelles Lernen“, Springer B. Botsch, „Maschinelles Lernen – Grundlagen und Anwendungen“, Springer M.J. Neuer, „Maschinelles Lernen für die Ingenieurwissenschaften“, Springer The state of the art in machine learning is constantly evolving. It is therefore essential to use various (sometimes changing) Internet resources. These will be discussed at the beginning of the module.	

6.2 – 6.5 WP-NV | Elective Module

Semester:	n.n.	CP:	5	Language:	D/E
Teaching methods:	n.n.	Student workload:	n.n.	Frequency:	n.n.
Weight of the module grade:	3				Mandatory

Requirements for participation:	n.n.
Person in charge:	n.n.

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	n.n.	n.n.	n.n.

Type of exam:	n.n.	Non-graded exam:	n.n.

Requirements for the award of CP:	See module description for the selected course.
Learning outcomes:	An election module offers students the opportunity to set their own priorities within the framework of a generally school-based engineering degree programme and to increase the individuality of their personal education.

Content:	Course: Lecture or Seminar or Exercise or Laboratory	SWS
	List der Elective Modules: (choose 4 of 6) NV-EW2 Energy Storage, Power-to-X; Hydrogen NV-REG2 Renewable Energies 2 NV-GFC Bio-Refineries: Green Fuels, Green Chemicals NV-CCU CO2-Utilisation: Synthetics Fuels and Chemicals NV-WAR Water Conservation NV-AUV Circular Economy	n.n.

Usability of the module:	-
Further Informationen:	See module description for the selected course.
Literature:	See module description for the selected course.

7.1 PR-IIN | Practical/Industrial Internship

Semester:	7	CP:	18	Language:	D/E
Teaching methods:	PS	Student workload:	0,1 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	0				Mandatory

Requirements for participation:	Content: as many modules as possible up to the end of the 6th semester Formal requirements: passed modules: 'Fundamentals of Chemistry' (31200), 'Heat Exchange and Fluid Mechanics' (31300), 'Mass Transfer and Multiphase Flow' (41100), 'Mechanical Process Engineering' (31400) and 'Thermal Separation Processes' (41400).
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	540	1,4	538,6

Type of exam:	B	Non-graded exam:	Type, scope, duration.

Requirements for the award of CP:	Registration of the practical phase at the university administration; Certificate from the employer confirming the duration, scope and content of the practical phase; Final report on the practical phase; Final discussion with the supervising lecturer.
Learning outcomes:	The Industrial Integration module gradually introduces students to their future typical working environment. Industrial companies are involved in the training process for this purpose. Under the supervision of a university lecturer, students learn to apply the engineering methods they have learned during their studies in practice outside the university. During the so-called practical study semester, the Industrial Integration module fulfils the complex task of interaction between the academic training institution and the practical working environment. Students are given a task formulated by the industrial company that is very close to their future field of activity and requires the academic level of an engineer to complete. Mutual support from the company on the one hand and the university on the other ensures that students can complete the task within the time available and with the resources provided. In addition to the written work report, the assessment of the industrial integration module also includes aspects of integration behaviour that are to be evaluated by the company, such as the candidate's integration into operational processes or their ability to work independently. In a particularly useful configuration of the programme, students can combine the

	Industrial Integration module with the preparation of their bachelor's thesis by completing both parts in the same company, thus enabling them to tackle a more complex task and combine the work report with the written bachelor's thesis into a single report. The Industrial Integration module is then assessed together with the bachelor's thesis. At the end of the programme, the following experiences should be expected during a practical phase – either in full or in part: Engineering work in an industrial or operational environment - Recognising problems relevant to engineering - Formulating technical tasks - Describing technical work plans - Abstracting operational processes through mathematical formulation - Solving technically relevant operational problems - Implementing developed solutions in technical designs or operational processes Integration into corporate structures - Understanding corporate culture, goals, strategies and philosophy - Recognising hierarchies and organisation (organisational chart) - Finding your own position within the company - Socialisation and independence / contact with employees, colleagues and superiors Reporting - Formulating tasks (technically written problem statements), report structure - Form and choice of words in technical reports - Presentation of engineering results in written and lecture form	
Content:	Practical/Industrial Internship	SWS
	Engineering activities for practical/industrial integration.	-
	Meetings	
	Individual discussions between students and supervising lecturers.	0,1
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	Detailed information provided by supervising lecturer, literature search.	

7.2 BA-SPE | Bachelor Thesis and Colloquium

Semester:	7	CP:	12	Language:	D/E
Teaching methods:	BA	Student workload:	0,15 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	15				Mandatory

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	360	2,1	357,9

Type of exam:	BA	Non-graded exam:	-
Requirements for the award of CP:	Passed partial examinations: Independent written scientific paper (weighting 67%); Colloquium (weighting 33%).		
Learning outcomes:	Independent development and methodical investigation of an engineering topic on a scientific basis. Public lecture at the university on the topic of the bachelor's thesis, lasting 30 minutes, followed by a discussion.		

Content:		
	Bachelor Thesis	SWS
	Engineering work, usually based on previous practical/industrial integration.	-
	Colloquium	
	Individual technical discussions between students and supervising lecturers, as well as a public colloquium on the topic of the bachelor's thesis and related topics.	0,15

Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	Detailed information provided by supervising lecturer, literature search

Wahlmodule

5.2-5 WP-NV1-8 | #1 NV-EW1 | Energy Conversion / Energy Efficiency

Semester:	5	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	3,75 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	Content: Fundamentals of Thermodynamics (TH-THG)
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	52,5	97,5

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lecture: written exam (duration 2 hours) or oral exam (weighting 67%); Laboratory: practical experiments with evaluation (weighting 33%).
Learning outcomes:	Upon completion of the module, students will be familiar with the terminology of energy conversion and energy efficiency. They will be able to apply the laws of conservation and mass to complex systems and describe the necessary changes of state. This also includes chemical reactions. They will be able to thermodynamically interpret any processes that involve different types of substances.

Content:		
	Lecture: Thermodynamics of Energy Conversion	SWS
	Building on the module Fundamentals of Thermodynamics, this module provides more in-depth coverage of: - State variables and equations of state for multiphase systems - Setting up mass, energy, entropy and exergy balances for complex systems - Changes of state of real fluids in isolated, closed and open systems - Introduction of the concept of partial pressure - Behaviour of steam-gas mixtures (humid air, etc.) - Explanation of the combustion process and other chemical reactions - Real gas cycle processes and steam cycle processes	2,5
	Laboratory: Energy Efficiency 1	
	Selected experiments related to the lecture content, such as: - Heat transfer (heat exchangers) - Evaporators (multi-effect circuits) - Dryers (direct, indirect)	1,25

	- Heat pump (air-water; air-air) - Combined heat and power plant (CHP) - Solar heat (flat-plate collector, vacuum tube collector)
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	Ritzenhoff: Lecture notes ‚thermodynamics of energy conversion‘; Baehr, H.D., Cerbe/Hoffmann, Potter/Somerto.

5.2-5 WP-NV1-8 | #2 NV-REG1 | Renewable Energies 1

Semester:	5	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, Se, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	Content: Physics, mathematics, electrical engineering, thermodynamics, introduction to process engineering
Person in charge:	Fichter

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination, e.g.: Lectures: written examination (duration 1.5 hours) or oral examination (colloquium in groups); Seminar: report (term paper) and presentation; Laboratories: practical experiments with evaluation; Module-internal weighting according to announcement at the beginning of the course.
Learning outcomes:	Students should be familiar with the most important methods of renewable energy systems and be able to explain their basic modes of operation and the problems associated with conventional energy sources. They should have an understanding of the most important processes and be able to explain them in detail. Students should be able to design essential components and processes. They should also be able to address issues relating to the problems of modern energy production and the consequences of using the technologies developed.

Content:	Lectures: Solar Energy and Wind Power	SWS
	Selected chapters on renewable energy conversion systems: - Solar energy (solar radiation, solar thermal energy, photovoltaics) - Wind power (supply of wind energy, use of wind energy, designs of wind turbines	2
	Seminar: Project Planning for Renewable Energy Plants	
	Overview of renewable energy systems: The concept of energy, energy demand, the range of conventional energy sources, the greenhouse effect, nuclear energy, the use of renewable	1

	energies (geothermal energy, planetary energy, solar energy), future energy demand and climate protection.	
	Laboratories: Solar Energy and Wind Power	
	Selected experiments related to the lecture content	1
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	Quaschning, Regenerative Energiesysteme (Hanser, 7. edition, 2011), Mertens, Photovoltaik, Hanser, 2011, further current literature will be announced by the lecturers..	

5.2-5 WP-NV1-8 | #3 NV-BTP | Biological Process Engineering

Semester:	5	CP:	5	Language:	D/ E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	3,5 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Lang

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	49	101

Type of exam:	K/M	Non-graded exam:	V

Requirements for the award of CP:	Lecture: Written exam (duration 1.5 hours) or oral exam; Laboratory: Practical experiments with evaluation

Learning outcomes:

Students
- understand the principles of growth of various microorganisms by being able to describe and evaluate the types of metabolism and their reproduction presented in the lecture, as well as feedback reactions (e.g. product inhibition).
- know the differences between classical cell culture and fermentation by being able to name the structure of the cells and the requirements for culture media and vessels.
- understand simple growth kinetics and balancing by being able to apply the monokinetic kinetics taught in the lecture to case studies and laboratory data.
- know different culture vessels and their advantages and disadvantages by being able to describe and evaluate the systems presented in the lecture.
- know examples from industrial biotechnology by being able to name the importance of fermentation for food technology, the pharmaceutical industry and environmental biotechnology.

Content:	Lecture: Biological Process Engineering	SWS
	- Diversity of metabolic types in microorganisms - Distinction between eukaryotic cell cultures, bacteria and yeasts - Cultivation of microorganisms in various culture vessels: bioreactors, flasks, etc. - Culture media - Sterilisation techniques - Fundamentals of Monod kinetics	2

	- Fundamentals of mass transfer - Examples of industrial fermentation	
	Laboratory: Biological Process Engineering	
	- Mass transfer (KLA determination) - Yeast fermentation (anaerobic/aerobic growth) - Polymer production (e.g. PHA or xanthan) with bacteria	1,5
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	* Chmiel, Bioprozesstechnik; * Hass, Pörtner, Praxis der Bioprozesstechnik; * Brock: Mikrobiologie; * Current publications.	

5.2-5 WP-NV1-8 | #4 NV-CCS | CO_2 Separation and Storage

Semester:	5	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Se	Student workload:	4 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-
Requirements for the award of CP:	Active participation in the seminar and passing the portfolio examination; as announced at the beginning of the course.		
Learning outcomes:	Students are familiar with carbon capture terminology: post-combustion carbon capture, pre-combustion carbon capture, oxyfuel processing, chemical looping combustion, direct air capture, etc. They understand the fundamentals of various CCS technologies (e.g. background, data, potential, sustainability, resource and carbon footprints). They have in-depth knowledge of selected CCS process technologies. They are familiar with the underlying basic process operations and can examine and evaluate them for specific applications.		

Content:	Seminar: CO2 Separation and Storage	SWS
	i. CO2 sources: On the one hand, large industrial emission sources are considered, e.g. - fossil fuel power plants, - cement production, - blast furnaces, - chemical plants, and on the other hand, more decentralised CO2 sources, e.g. - biogas plants, - ambient air. ii. Process engineering carbon capture technologies: Various processes for separating CO2 are covered in the seminar (e.g. adsorption/desorption, membrane separation processes, direct air capture, etc.). These are often complex processes involving physical separation processes	4

	and chemical reactions. And the regeneration of the working materials is usually particularly energy-intensive. In addition to technical feasibility, process robustness/safety is just as important as energy consumption and costs. All of this must be taken into account when selecting the best possible process. Modelling, simulation, dimensioning, cost estimation and life cycle assessment are important tools here. This is practised using a variety of application examples. iii. Storage: - Purity specifications for CO2 storage - CO2 transport from source to sink (compression, pipelines, etc.) - Storage options in the environment (empty natural gas/oil fields, rock formations, aquifers)
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	International Energy Agency: Carbon Capture, Utilisation and Storage, link: https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage

5.2-5 WP-NV1-8 | #5 NV-WTG | Water Technology

Semester:	5	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	Content: Fundamentals of Chemistry
Person in charge:	Haneke

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lecture: written exam (duration 1,5 hours) or oral exam (weighting 50%); Laboratory: practical experiments with evaluation (weighting 50%).
Learning outcomes:	Students - understand the relationship between water source and water quality - are able to understand the water chemistry fundamentals of the processes - can apply water treatment processes - can design various basic treatment processes and evaluate their application - are able to evaluate treatment processes, including with regard to treatment costs - are able to plan experiments based on theoretical principles, apply standardised or otherwise normalised measurement methods, and - understand how to prepare scientific experiment reports.

Content:	Lecture: Water Supply	SWS
	- Requirements for water for human consumption and industrial process water. Brief overview of drinking water regulations - Discussion of the properties of natural waters from various sources, such as groundwater, surface water and seawater, and the resulting treatment requirements. - Technical treatment processes, such as iron removal, manganese removal, softening or hardening, hardness stabilisation, decarbonisation, turbidity removal, disinfection processes, adsorption, gas exchange and ion exchange are covered.	2

	- The design of plants and units is derived. - Furthermore, a brief introduction to seawater desalination is provided.	
	Laboratory: Water Technology	
	The laboratory internship covers experiments on processing methods, with experiment planning, experiment evaluation and report writing also forming an essential part of the course content.	2
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	* Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrieverlag München, Wien, 2004; * Current articles from scientific/technical journals and conferences; * Standards (DIN).	

5.2-5 WP-NV1-8 | #6 NV-AAB | Apparatus and Plant Engineering

Semester:	5	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le	Student workload:	4 SWS	Frequency:	WiSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	Formal: TH-TF1 (Fluid Mechanics) Content: TH-THG (Fundamentals of Thermodynamics)
Person in charge:	Schories

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	K/M	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Written exam (duration 2 hours) or oral exam; with a module internal weighting: 50% apparatus and plant engineering; 50% pipeline construction, power and working machines.
Learning outcomes:	Students are familiar with the contents of key phases of plant construction. They can perform simple basic and detailed engineering tasks (basic flow diagrams, equipment design, material selection) and draw up time and cost schedules. Students are familiar with the properties and areas of application of fluid flow machines such as pumps, compressors and turbines and can select suitable units for applications. They are able to design and calculate the piping of such units with other plant components. The hydraulic, mechanical, thermal and corrosion properties are taken into account. Students apply methods of pipeline planning.

Content:	Lecture: Apparatus and Plant Engineering	SWS
	- Phases of plant construction: basic data collection (including material data), basic engineering, detailed engineering, approvals, involvement of project partners, stages of economic evaluation, project management, commissioning, warranty and operation - Basic engineering using selected examples, e.g. filter systems - Detailed engineering using selected examples, e.g. heat exchangers - Plant safety and approval procedures - Methods of cost determination	2
	Lecture: Pipeline Construction, Power and Working Machines	

	Pipeline construction: - Pressure loss calculation - Pipeline network calculation - Wall thickness calculation, including for hot media, standard series - Support calculation - Pressure surge calculation - Insulation design - Corrosion protection for pipelines - Pipeline planning methods Power and working machines: - Types of flow and displacement machines - Influence of operating conditions on unit selection - Parallel operation of units - Self-priming pumps - Drive technology basics, operating modes and behaviour - Working characteristics - Measurement methods, characteristic curve and efficiency recording	2
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	Perry's Chemical Engineers' Handbook, ISBN 978-0-07-183408-7; Hirschberg: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau, ISBN 978-3-642-63550-2; DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau, Band 1, DOI: 10.1007/978-3-662-59711-8 , Band 2, DOI: 10.1007/978-3-662-59713-2 , Band 3, DOI: 10.1007/978-3-662-59713-2 ; various standards and guidelines (DIN, VDI, DVGW).	

6.2-5 WP-NV1-8 | #7 NV-EW2 | Energy Storage, Power-to-X, Hydrogen

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Fichter

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lectures: joint exam (duration 2 hours) or oral exam (weighting 75%); Laboratory: practical experiments with evaluation (lab report) (weighting 25%).
Learning outcomes:	Students of this module are familiar with the terminology of energy storage, power-to-X (PtX), hydrogen (H2) and energy integration. They can apply the laws of conservation and mass to these complex systems and describe (model) the chemical and physical relationships mathematically. They are able to experimentally investigate existing systems and thermodynamically design new plants for potential applications.

Content:	Lecture: Energy Storage, Power-to-X, Hydrogen	SWS
	Technologies for storing or otherwise utilising surplus renewable energies (solar energy, wind energy and hydropower) and industrial heat surpluses; in particular, complex energy conversion systems with practical relevance, e.g.: - Heat storage (with/without phase transition) - Electricity storage (accumulators, pumped storage) - Energy storage (Power to X with X= gas, heat or liquid) One focus is on hydrogen (H2) and Power to X (PtX). Students learn the basics (background, data, potential, sustainability, resource and CO2 footprints) and gain in-depth knowledge of production (e.g. electrolysis, green methanation, green ammonia production) and applications (industry, e.g. steel production, glass or chemical industry, transport sector (e.g. fuel cells) and energy sector (cavern storage) of green energy sources such as green hydrogen, green methanol, green methane	3

	and green liquefied methane (LNG), green chemicals such as green ammonia and Power-to-X technologies in general.	
	Laboratory: Energy Storage, Power-to-X, Hydrogen	
	Selected experiments at the P-t-X test rig: battery storage (accumulator), water electrolysis, hydrogen storage, fuel cell	1
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	• Handbook of Energy Storage - Demand, Technologies, Integration, Sterner, M.; Stadler, I.; Springer 2019. • Energietechnik- Systeme zur Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf; Zahoransky, R.; Fichter, C.; et al.; Springer Vieweg; 9. edition; 2022. • Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; Sterner, M.; Stadler, I.; Springer 2014.	

6.2-5 WP-NV1-8 | #8 NV-REG2 | Renewable Energies 2

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	Contents: physics, mathematics, electrical engineering, thermodynamics, introduction to process engineering
Person in charge:	Fichter

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lectures: joint exam (duration 2 hours) or oral exam (weighting 75%, with 37.5% for each lecture; Laboratory: practical experiments with evaluation (weighting 25%).
Learning outcomes:	Students will learn the most important fundamentals of the above-mentioned energy uses and the methods for utilising them as electricity or heat. They will gain an understanding of the most important processes and be able to explain them in detail. Students will be able to design essential components and processes. They will also be able to address issues relating to modern energy production and the consequences of using the technologies developed.

Content:		
	Lectures: 1. Bioenergy, 2. Geothermal Energy, Hydropower and ORC	SWS
	Overview of renewable energy systems: - Occurrence of bioenergy, geothermal energy, hydropower - Future energy requirements and climate protection; Processes for converting the above energy sources: - For example: biogas, biodiesel, HTC, ORC - Dimensioning of key plant components, - Economic efficiency calculations (energy production costs, external costs of energy consumption, critical analysis)	3
	Laboratory: Renewable Energies 2	

	Selected experiments related to the lecture content.	1
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	
Further Informationen:	-	
Literature:	Quaschning, Regenerative Energiesysteme (Hanser, 7. edition, 2011), Further literature will be announced by the lecturers.	

6.2-5 WP-NV1-8 | #9 NV-GFC | Bio-Refineries: Green Fuels, Green Chemicals

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lecture: written exam (duration 2 hours) or oral exam (weighting 75%); Laboratory: practical experiments with evaluation (weighting 25%).
Learning outcomes:	Students are familiar with the chemical and technical history of the synthetic production of chemicals and fuels, as well as established industrial production processes. They are familiar with current research, development and innovation projects for the bio-based production of green fuels and chemicals. They are familiar with innovative biorefinery concepts and can examine and evaluate them, thereby contributing constructively to the decarbonisation of the chemical industry and the transport sector in the future.

Content:	Lecture: Bio-Refineries – Green Fuels, Green Chemicals	SWS
	Biomass as a raw material: - Sugar - Vegetable oil - Biowaste - Organic residues - 'Plate-tank' debate Biorefineries – process engineering: - 1st generation - 2nd generation - 3rd generation - 4th generation Material conversions: - Enzymatic (biocatalysed)	3

	- Chemical-catalytic (homogeneous/heterogeneous) - Hydrothermal - Thermochemical - Organosolv Bio-based chemical industry: - Green fuels, - Green (platform) chemicals Current developments: - Research projects - Demonstration projects - First production plants (first of their kind)	
	Laboratory: Bio-Refineries – Green Fuels, Green Chemicals	
	Selected experiments related to the lecture content.	1

Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry; current scientific literature.

6.2-5 WP-NV1-8 | #10 NV-CCU | CO_2-Utilisation: Synthetic Fuels und Chemicals

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Le, La	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Gottschalk

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Portfolio examination passed in total, consisting of the partial examinations: Lecture: written exam (duration 2 hours) or oral exam (weighting 75%); Laboratory: practical experiments with evaluation (weighting 25%).
Learning outcomes:	Students are familiar with the chemical and technical history of the synthetic production of chemicals and fuels, as well as existing industrial production processes. They are also familiar with current plans to first produce green hydrogen from green electricity and then synthesise it with CO2 as a carbon source to produce alternative fuels and chemicals. They can develop, investigate and evaluate innovative process engineering concepts for this purpose, thereby making a constructive contribution to the decarbonisation of the chemical industry and the transport sector in the future.

Content:	Lecture: Synthetic Fuels and Chemicals	SWS
	After an overview, concrete examples (synthetic fuels/chemicals) are used to illustrate the process synthesis leading to a process concept. Chemical reaction engineering: - Main reaction and the reaction system - Technical catalysts - Reactor concepts - Technical reactors Thermal separation processes: - Separation of reaction mixtures - Recycling of suitable fractions - Production of products according to their product specifications Process development of a sustainable production process:	3

	- Conservation of resources (e.g. minimisation of raw material/energy consumption) - Environmental protection (e.g. waste avoidance) - Climate protection (e.g. avoidance of CO2 emissions) - Evaluation of alternative solutions	
	- Laboratory: Synthetic Fuels and Chemicals	
	Selected experiments related to the lecture content.	1

Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering
Further Informationen:	-
Literature:	Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry; current scientific literature.

6.2-5 WP-NV1-8 | #11 NV-WAR | Water Conservation

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Se	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	Content: Biological Process Engineering (NV-BTP)
Person in charge:	Haneke

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	K/M/PF	Non-graded exam:	-

Requirements for the award of CP:	Written exam (duration 2 hours) or oral exam or portfolio examination:
Learning outcomes:	Students are familiar with current requirements for the quality of different types of water and their actual condition. They can assess the significance of measurement parameters for health, ecological and economic issues. They are familiar with multi-stage wastewater treatment plants. They are familiar with processes for recovering valuable substances from wastewater (e.g. inorganic nutrients as fertilisers) or for removing organic micropollutants (e.g. through ozonation), can evaluate these and design and layout appropriate plants for this purpose.

Content:	Seminar: Water quality and wastewater treatment	SWS
	- Regulations governing water quality, e.g. the Water Framework Directive - Effects of water constituents on health, ecosystems and technical uses - Wastewater treatment plants - Selected processes for recovering recyclable materials - Special features and treatment of industrial wastewater - Removal of organic micropollutants, e.g. with ozone	4

Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering
Further Informationen:	-

Literature:	Current articles from trade journals and conferences.

6.2-5 WP-NV1-8 | #12 NV-AUV | Circular Economy

Semester:	6	CP:	5	Language:	E
Teaching methods:	Se	Student workload:	4 SWS	Frequency:	SoSe
Weight of the module grade:	3				Mandatory Elective

Requirements for participation:	-
Person in charge:	Haneke

Workload in hours:	Total	Contact hours	Self-Study
	150	56	94

Type of exam:	K/M/PF	Non-graded exam:	-
Requirements for the award of CP:	Written exam (duration 2 hours) or oral exam or portfolio examination; internal module weighting: per seminar 50%.		
Learning outcomes:	Students are familiar with selected methods for the recovery and recycling of both conventional and critical raw materials. They can evaluate these methods and design and lay out appropriate plants for them.		

Content:		
	Seminar: Recycling of Conventional Raw Materials	SWS
	Selected methods for recovering and recycling valuable materials, e.g.: - Organic waste bin - 'Green Dot' (DSD, Germany) - Scrap metal - Used glass - Waste paper - Fibre composites (GRP, CFRP) - etc.	2
	Seminar: Recycling of Critical Raw Materials	
	Selected methods for recovering and recycling valuable materials, e.g.: - Electronic waste - Used batteries and accumulators - etc.	2
Usability of the module:	Module group: Sustainable Process Engineering	

Further Informationen:	-
Literature:	Current articles from scientific/technical journals and conferences.